

# Taitovinoutunut tekninen muutos palkkaerojen kehityksen selittäjänä Vertailu Yhdysvalloista, Ranskasta ja kehittyneistä maista yleisesti

Kansantaloustiede

Maisterin tutkinnon tutkielma

sami pyykönen

2011

## **Taitovinoutunut tekninen muutos palkkaerojen kehityksen selittäjänä**

### **Vertailu Yhdysvalloista, Ranskasta ja kehittyneistä maista yleisesti**

Tämän tutkielman tavoitteena on selvittää, miten teknologinen kehitys vaikuttaa työmarkkinoihin ja palkkaerojen muutoksiin Yhdysvalloissa ja Ranskassa sekä kehittyneissä maissa yleisesti. Tarkoituksena on tutkia onko taitovinoutunut tekninen muutos havaittujen palkkarakenteiden muutosten pääasiallinen syy vai löytyykö selitys työmarkkinainstituutioiden muuttuvasta roolista. Taitovinoutunut tekninen muutos tarkoittaa, että teknologinen kehitys hyödyttää enemmän taitavaa kuin taitamatonta työvoimaa. Yhteiskunnallisesti on oleellista hahmottaa, mikä on palkkaerojen muutosten pääasiallinen syy.

Tutkielmani on kirjallisuuskatsaus. Teoreettisessa osiossa rakennan eksogeenisen ja endogeenisen taitovinoutuneen teknisen muutoksen mallit. Lisäksi esittelen teorian, jonka mukaan työmarkkinainstituutiot voivat palkkakompression avulla vaikuttaa Euroopassa palkkaerojen muutoksiin luomalla voittokannusteita kehittää taitamatonta työvoimaa hyödyntäviä teknologioita. Kirjallisuuskatsauksessa käsittelen keskeiset ekonometriset tutkimukset, jotka tutkivat palkkarakenteen muutosta taitovinoutuneen teknisen muutoksen näkökulmasta.

Tutkielman tulosten perusteella taitovinoutunut tekninen muutos pystyy selittämään merkittävän osan sekä Yhdysvaltojen että kehittyneiden maiden palkkaerojen noususta, kun huomioidaan erot suhteellisen tarjonnan kasvussa ja työmarkkinainstituutioissa. Tekninen muutos pystyy selittämään osan myös Ranskan palkkarakenteen muutoksesta, muttei valtaosaa, vaikka huomioitaisiin edellä mainitut tekijät. Palkkaerojen kasvun dynamiikka Yhdysvalloissa muuttui 1980-luvun jälkeen aiempiin vuosikymmeniin nähden siten, että nyt kasvu keskittyi lähes täysin palkkajakauman yläpään 10 prosenttiin. Teoria pystyy mahdollisesti selittämään kehityksen, mutta se ei pysty selittämään miksi vastaavaa muutosta ei tapahtunut Ranskassa.

Tulosten pohjalta voidaan osoittaa, ettei taitovinoutunut tekninen muutos tavoita kaikkia pääasiallisia palkkarakenteen muutoksen takana olevia tekijöitä. Muuttuvat instituutiot pystyvät selittämään oleellisen osan kehityksestä ja erityisesti maiden välisistä eroista. Todennäköisesti taitovinoutuneen teknisen muutoksen malli ei ota instituutioiden monisäikeistä roolia tarpeeksi kattavasti huomioon. Instituutiot voivat rajoittaa paikallisesti kehittyneet maat kattavan teknisen muutoksen vaikutusta palkkaerojen kasvuun, mutta samalla todennäköisesti hidastuu teknisen muutoksen mahdollistama tarpeellinen talouden rakenteiden uudistuminen. Rakenteiden uudistuminen on välttämätöntä, jotta tekninen kehitys jatkuu vahvana tulevaisuudessakin.

Avainsanat: ekso- ja endogeeninen taitovinoutunut tekninen muutos, työmarkkinainstituutiot, suhteelliset palkkaerot, korkeakoulutettujen suhteellinen tarjonta, kansainvälinen vertailu

## SISÄLTÖ

1.	Johdanto .....	1
2.	Palkkapreemion muutosten teoria .....	4
2.1	Solow'n kasvuteorian kyky selittää palkkapreemion muutokset .....	5
2.2	Eksogeeninen taitovinoutunut tekninen muutos .....	6
2.2.1	Tuotannontekijävinoutunut tekninen muutos.....	6
2.2.2	Taitojen suhteellisen tarjonnan vaikutus palkkapreemioon .....	8
2.2.3	Taitovinoutuman vaikutus palkkapreemioon .....	12
2.2.4	Kansantalouden keskimääräinen palkka .....	14
2.2.5	Taitavan työvoiman palkkaosuus .....	15
2.2.6	Tasainen vai kiihtyvä taitojen suhteellisen kysynnän kasvu .....	17
2.2.7	Eksogeenisen taitovinoutuneen teknisen muutoksen teorian ongelmat .....	18
2.3	Endogeeninen taitovinoutunut tekninen muutos.....	19
2.3.1	Taitojen suhteellisen tarjonnan vaikutus taitovinoutumaan .....	20
2.3.2	Taitovinoutuman vaikutus taitojen suhteelliseen tarjontaan .....	27
2.3.3	TyömarkkinaInstituutioiden vaikutus eri maissa.....	31
3.	Taitovinoutunut tekninen muutos Yhdysvalloissa .....	34
3.1	Taitojen suhteellisen tarjonnan kehitys .....	35
3.1.1	Todisteet paneeliaineistosta .....	35
3.1.2	Todisteet ala- ja tietokonesoluista .....	38
3.2	Taitojen palkkapreemion ja suhteellisen kysynnän kehitys .....	40
3.2.1	Todisteet paneeliaineistosta .....	40
3.2.2	Todisteet ala-, tietokone- ja laitepääomasoluista .....	44
4.	Taitovinoutunut tekninen muutos kehittyneissä maissa yleisesti .....	58
4.1	Poikkileikkausaineisto teollisuudesta.....	58
4.2	Paneeli- ja poikkileikkausaineisto yksilöistä ja teollisuudesta .....	65
5.	Taitovinoutunut tekninen muutos Ranskassa .....	69

5.1	Paneeliaineisto .....	70
5.2	Paneeli- ja poikkileikkausaineisto teollisuudesta .....	76
5.3	Aineisto ala- ja tietokonesoluista .....	77
6.	Taitovinoutunut tekninen muutos selittämässä maiden väliset erot .....	81
7.	Johtopäätökset .....	91
	Liitteet .....	95
	Liite 1. Työvoimien substituution jouston johto .....	95
	Liite 2. EU KLEMS –aineisto .....	97
	Liite 3. Työmarkkinoiden palkkajäykyys .....	98
	Liite 4. Koulutusryhmien sisäiset palkkaerot .....	99
	Lähteet .....	102

## KUVAT

Kuva 1. Korkeakoulutettujen suhteellinen palkka ja tarjonta Yhdysvalloissa vuosina 1970-2005 .....	4
Kuva 2. Taitojen suhteellinen kysyntä ja tarjonta, kun $\sigma > 1$ .....	12
Kuva 3. Taitojen pitkän aikavälin suhteellinen kysyntä, kun $\sigma > 2$ .....	23
Kuva 4. Taitojen pitkän aikavälin suhteellinen kysyntä, kun $1 < \sigma < 2$ .....	26
Kuva 5. Endogeenisten taitojen tasapainokasvupolku, kun $\sigma > 2$ .....	28
Kuva 6. Palkkapreemion muutos ja suhteellisen työllisyyden muutos 5 vuoden viiveellä Yhdysvalloissa vuosina 1970-2005 .....	29
Kuva 7. Minimipalkka suhteessa keskimääräiseen palkkaan täysiaikaisille työntekijöille Yhdysvalloissa ja Ranskassa vuosina 1973-2008 .....	72
Kuva 8. Korkeakoulutettujen suhteellinen palkka ja tarjonta Yhdysvalloissa ja Ranskassa vuosina 1980-2005 (vuosi 1980=1) .....	74
Kuva 9. Korkeakoulutettujen palkkaosuus verrattuna 2. asteen koulutettuihin Yhdysvalloissa ja Ranskassa vuosina 1980-2005 (1980=1) .....	75

## 1. JOHDANTO

Perinteisesti talouden kasvua käsittelevässä kirjallisuudessa teknisen kehityksen on nähty liittyvän tuottavuuden parantumiseen, mikä hyödyttää kaikkia työntekijöitä. Lisäksi teknistä kehitystä on pidetty keskimääräisten tulotasojen pääasiallisena kasvattajana pitkällä aikavälillä. 1970-luvulla Yhdysvaltojen työmarkkinoille tuli huomattavasti aiempaa enemmän korkeakoulutettuja, joiden suhteellisen tarjonnan merkittävästä kasvusta seurasi suhteellisen palkan lasku. 1980-luvulla suhteellinen tarjonta jatkoi kasvamista, mutta yllättäen suhteellinen palkka ei enää jatkanut laskemistaan. Päinvastoin korkeakoulutuksen palkkapreemio nousi erittäin voimakkaasti. Näin ollen korkeakoulutettujen suhteellisen kysynnän oli täytynyt alkaa kasvaa nopeammin kuin tarjonnan, jolloin palkkaerot alkoivat nousta Yhdysvalloissa (Katz ja Murphy [1992], Katz, Loveman ja Blanchflower [1995], Autor, Katz ja Krueger [1998], Berman, Bound ja Machin [1998] ja Machin ja Van Reenen [1998].)

Korkeakoulutettujen suhteellisen tarjonnan kasvu ei rajoittunut pelkästään 1970- ja 1980-luvuille, vaan kasvua on havaittu Yhdysvalloissa jokaisena II Maailmansodan jälkeisenä vuosikymmenenä. Palkkapreemio ei kuitenkaan ole laskenut kasvaneen tarjonnan seurauksena pitkällä aikavälillä vaan jopa noussut. Näin ollen korkeakoulutettujen suhteellisen kysynnän on täytynyt kasvaa pidemmän ajanjakson kuin vain 1980-luvun ajan.

Mistä korkeakoulutettujen suhteellisen kysynnän kasvu Yhdysvalloissa sitten johtui? Ilmiötä on selitetty monella tapaa, kuten kansainvälisen kaupan kasvulla, sektorivinoutuneella teknisellä muutoksella, ulkoistamisella, instituutioiden muuttuneella asemalla, mutta mahdollisesti parhaiten ilmiötä voidaan kuitenkin selittää taitovinoutuneella teknisellä muutoksella (skill-biased technical change, SBTC). Taitovinoutuneen teknisen muutoksen teorian mukaan teknologinen kehitys ei ole tuotannontekijäneutraalia, vaan tekninen kehitys kasvattaa taitavan työvoiman suhteellista tuottavuutta. Tästä seuraa korkeakoulutettujen suhteellisen kysynnän ja palkkapreemion kasvu.<sup>1</sup>

---

<sup>1</sup> Taitojen proxynä voidaan käyttää korkeakoulutusta tai työntekijän työtehtävien vaativuutta.

Keskityn tutkielmassani selvittämään pystyykö taitovinoutunut tekninen muutos tarjoamaan selityksen Yhdysvaltojen palkkarakenteen muutoksille. Tehokas keino selvittää onko taitovinoutunut tekninen muutos todella Yhdysvaltojen palkkarakenteen muutoksen takana, on testata toimiiko teoria Yhdysvaltojen lisäksi myös muissa kehittyneissä maissa. Jos Yhdysvaltojen palkkaerojen kasvun takana on taitavaa työvoimaa suosiva tekninen muutos, täytyy vastaava palkkarakenteen muutos olla teorian mukaan nähtävissä myös muissa saman teknisen tason maissa. Tämä perustuu oletukseen uusien teknologioiden nopeasta leviämisestä teknisesti samantasoisesta maasta toiseen informaatioteknologioiden aikakautena globaalissa taloudessa.

Tutkin työssäni täten myös miten palkkarakenne on muuttunut kehittyneissä maissa yleisesti. Koska kehittyneiden maiden työmarkkinarakenteiden välillä on suuria eroja, koen aiheelliseksi tarkastella erikseen myös rakenteiltaan Yhdysvalloista merkittävästi poikkeavaa maata. Ranskassa tekninen taso on pitkälti sama, mutta työmarkkinat huomattavasti Yhdysvaltoja jäykemmät, joten maa soveltuu hyvin vertailukohdaksi. Jos taitovinoutuneen teknisen muutoksen teoria pystyy selittämään palkkarakenteiden muutokset kehittyneissä maissa keskimäärin sekä Yhdysvalloissa ja Ranskassa, saadaan hyvin vahva todiste teorian käyttökelpoisuudesta.

Esittelen taitovinoutuneesta teknisestä muutoksesta kaksi mallia: eksogeenisen ja endogeenisen taitovinoutuneen teknisen muutoksen. Molemmat mallit olettavat uuden teknologian olevan komplementimpi taitavan kuin taitamattoman työvoiman kanssa, mutta mallit eroavat siinä mikä on komplementtisuuden syy. Ensimmäinen formulointi pitää teknologiaa eksogeenisena ja jälkimmäinen endogeenisena tekijänä. Mallit huomioivat myös, että eri maiden työmarkkinainstituutiot vaikuttavat palkkarakenteisiin eri tavoin.

Työni tutkimustuloksissa käy ilmi, että Yhdysvaltojen palkkarakenteen muutos noudattaa pitkälti taitovinoutuneen teknisen muutoksen teoriaa viimeistään 1960-luvulta alkaen (Autor, Katz ja Krueger 1998). Palkkaerojen kasvun dynamiikka tosin muuttui 1990-luvulla, mitä teoria ei pysty täysin selittämään. Tutkimustulokset osoittavat, että kehittyneissä maissa keskimäärin palkkaerot eivät kasvaneet yhtä paljon kuin Yhdysvalloissa 1980-luvulla. Kun huomioidaan erot maiden välisissä työmarkkinainstituutioissa ja suhteellisen

työllisyyden kasvussa, kehittyneiden maiden palkkarakenteen muutos kuitenkin noudattaa melko hyvin teoriaa annettuna Yhdysvaltojen palkkarakenteen muutos (Berman, Bound ja Machin 1998.)

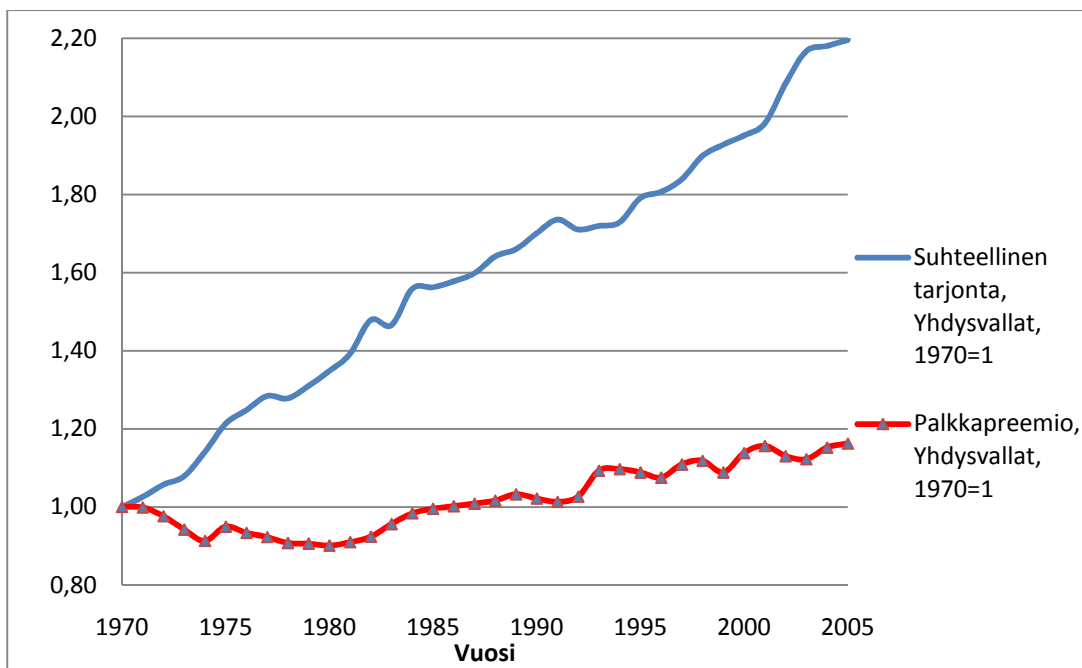
Teorian kannalta yllättävää on, että Ranskassa palkkapreemio ei kasvanut lainkaan 1980-luvulla (Freeman ja Katz 1995). Päinvastoin EU KLEMS –aineiston mukaan palkkapreemio laski. Teoria ei pysty yksiselitteisesti selittämään Yhdysvaltojen ja Ranskan välisiä eroja 1980-luvulla suhteellisen tarjonnan kasvuvauhdin tai instituutioiden eroilla. Erityisen kiinnostava havainto on, että taitojen suhteellinen kysyntä näytti laskevan 2000-luvun Ranskassa, jolloin voidaan kyseenalaistaa kehittyneet maat kattavan taitovinoutuneen teknisen muutoksen olemassaolo. On hyvin mielenkiintoista, että maissa joissa työvoiman kompositio ja teknisen pääoman taso ovat pitkälti samat, työmarkkinat käyttäytyvät näin eri tavoin identtisen taitojen kysyntäsokin aikana. Tutkimus on ajankohtainen, sillä on oleellista hahmottaa missä määrin paljon keskustelua herättävät palkkaerojen muutokset johtuvat teknologiaan liittyvistä globaaleista tekijöistä ja toisaalta institutionaalisista tekijöistä, joihin voidaan vaikuttaa yhteiskunnallisella päätöksenteolla.

Tutkimusmenetelmäni on kirjallisuuskatsaus ja työni etenee seuraavassa järjestyksessä: Luvussa 2 esittelen ekso- ja endogeenisen taitovinoutuneen teknisen muutoksen teorian. Rakennan myös endogeenisen taitovinoutuneen teknisen muutoksen kanssa yhteensopivan teoria, joka huomioi minimipalkan vaikutuksen. Luvussa käsittelemäni teorian pohjaavat Acemoglun (2002) analyysiin. Kolmannessa luvussa analysoin Yhdysvaltoja taitovinoutuneen teknisen muutoksen näkökulmasta käsittelevän keskeisen kirjallisuuden. Luvussa 4 käyn läpi miten teoria pystyy selittämään palkkarakenteen muutokset kehittyneissä maissa yleisesti. Viidennessä luvussa tutkin onnistuuko taitovinoutunut tekninen muutos osoittamaan miksi Ranskan palkkarakenne käyttäytyy havaitulla tavalla. Luvussa 6 analysoin miten teoria pystyy selittämään palkkaerojen muutokset sekä maiden väliset erot kehityksessä. Lisäksi otan kantaa mikä on instituutioiden rooli palkkaerojen kehityksessä ja kehityksen eroissa maiden välillä. Tutkimus päättyy 7. luvun johtopäätöksiin ja relevantteihin jatkotutkimuskohteisiin.



## 2. PALKKAPREEMION MUUTOSTEN TEORIA

Korkeakoulutuksen palkkapreemion ja suhteellisen työllisyyden kehitys suhteessa toisen asteen koulutettuihin Yhdysvalloissa nähdään kuvasta 1.<sup>2</sup> Suhteellinen työllisyys kasvoi hyvin voimakkaasti 1970-luvulla, jonka jälkeen kasvu hidastui pysyen kuitenkin edelleen vahvana. Palkkapreemio alkoi kasvaa nopeasti 1980-luvulla, jota seuraavina vuosikymmeninä kasvu oli hieman heikompaa. Koska suhteellisen tarjonnan merkittävästä kasvusta ei seurannut pitkäkestoista palkkapreemion laskua, on suhteellisen kysynnän täytynyt kasvaa.



Kuva 1. Korkeakoulutettujen suhteellinen palkka ja tarjonta Yhdysvalloissa vuosina 1970-2005

Lähde: EU KLEMS.

Mistä havaittu suhteellisen kysynnän kasvu sitten johtui? Työmarkkinoiden kehitystä on selitetty taitovinoutuneen teknisen muutoksen lisäksi myös muilla tekijöillä. Burtlessin

<sup>2</sup> Myöhemmin kouluttautumispäätöstä mallinnetaan taloudellisilla kannustimilla. Perustellusti voidaan olettaa, että 2. asteen koulutettu punnitsee taloudellisten kannustimien avulla jatkaako 3. asteen koulutukseen vai ei. Sen sijaan 1. asteen koulutettujen päätös olla suorittamatta 2. asteen koulutusta johtuu useammin muista tekijöistä kuin taloudellisista kannustimista. Näin ollen on luontevampaa tarkastella 2. ja 3. asteen koulutettujen suhdetta, joka heijastaa taloudellisia kannustimia enemmän kuin 1. ja 3. asteen koulutettujen suhde.

(1995) mukaan 1980-luvulla lisääntyneen kansainvälisen kaupan vaikutus ei pysty selittämään valtaosaa palkkaerojen kasvusta. Myöskään taitointensiivisten toimialojen kasvanut merkitys yhteiskunnassa, sektorivinoutunut tekninen muutos, ei pysty tarjoamaan kattavaa selitystä. Lisäksi ulkoistamisen vaikutus palkkapreemion kasvuun ei ole ollut merkittävä (Autor, Katz ja Kruegerin 1998.) Sen sijaan taitovinoutunut tekninen muutos (SBTC) pystyy selittämään hyvin työmarkkinoiden muutokset Yhdysvalloissa. Lisäksi työmarkkinainstituutioiden rooli on ollut huomionarvoinen (Acemolgu 2002.)

Tässä kappaleessa esittelen Yhdysvaltojen kontekstissa SBTC:n mallin ja sen endogeenisen laajennuksen. Analyysi perustuu kysyntään ja tarjontaan. Lisäksi käyn läpi miten taitovinoutunut tekninen muutos voi erota maittain institutionaalisista tekijöistä johtuen.

## 2.1 SOLOW'N KASVUTEORIAN KYKY SELITTÄÄ PALKKAPREEMION MUUTOKSET

Aloitan mallin rakentamisen Solow'n kasvumallista. Tässä vaiheessa mallissa on vain yksi työvoimatuotannontekijä. Solow'n (1957) esittelemässä mallissa teknologinen muutos vaikuttaa samoin koko talouteen (aggregate total factor productivity, TFP). Mallissa muutos TFP:ssä on tuotannontekijäneutraali tekninen muutos (Violante 2008).

Oletetaan, että kokonaistuotantofunktio on ominaisuuksiltaan vakioskaalatuottofunktio (constant returns to scale) ja Cobb-Douglas –muotoa kokonaispääoman ollessa  $K$  ja kokonaistyövoiman palveluiden  $L$ :

$$Y = ZK^{\alpha}L^{1-\alpha}, \quad (2.1)$$

jossa  $Y$  on kokonaistuotanto,  $\alpha$  kokonaistuotannon jousto  $K$ :n suhteen,  $1-\alpha$  jousto  $L$ :n suhteen ja  $Z$  mittaa teknologista muutosta. Jos tuotannontekijä- ja tuotantomarkkinat ovat kilpailulliset,  $\alpha$  osoittaa pääomalle  $K$  menevien tulojen osuuden kokonaistuotannosta  $Y$ . Solow'n (1957) pääajatus oli että, kun tiedetään estimaatti  $\alpha$ :lle ja kansantalouden tilinpidosta saadaan luvut suureille  $Y$ ,  $K$  ja  $L$ , voidaan tuotannontekijäneutraali tekninen muutos laskea residuaalina. Tämä kasvun mittaamisen nokkela ja helppokäyttöinen lähestymistapa on dominoinut kansantaloudellista kirjallisuutta vuosikymmeniä, luoden vahvan konsensuksen, että tuotannontekijäneutraali teknologinen kehitys on henkilöä kohti

laskettujen tulojen kasvun perimmäinen lähde (Violante 2008.) Toisaalta endogeenisen kasvun teoria on ollut eksogeenisen kasvun teorian kritiikkinä jo 1980-luvulta.

Solow'n teorian ongelma on, ettei Yhdysvalloista saatu aineisto palkkojen kehityksestä tue teoriaa. Myöhemmänä tarkemmin esiteltävien tulosten mukaisesti korkeakoulutettujen suhteellinen palkka on noussut Yhdysvalloissa verrattuna toisen asteen koulutettuihin. Samaan aikaan korkeakoulutettujen suhteellinen tarjonta on kasvanut dramaattisesti. Esimerkiksi Yhdysvalloissa korkeakoulutettujen palkka suhteessa 2. asteen koulutettuihin nousi vuodesta 1970 vuoteen 2005 mennessä 1,63:sta 1,89:ään. Samaan aikaan suhteellinen tarjonta kasvoi 0,25:stä 0,54:ään (omat laskelmat EU KLEMS –aineistosta.) Tämä nähdään myös kuvasta 1. Solow'n kasvumalli ei onnistu selittämään havaittuja muutoksia, koska neutraali tekninen muutos ei määritelmän mukaisesti vaikuta tuotannontekijöiden suhteellisiin hintoihin. Toisin sanoen, merkittävä korkeakoulutettujen suhteellisen tarjonnan ja palkkapreemion samanaikainen kasvu ei ole mahdollinen, jos  $\alpha$  ei muutu. Näin ollen on otettava käyttöön tuotannontekijävinoutuneen teknisen muutoksen käsite.

## 2.2 EKSOGEENINEN TAITOVINOUTUNUT TEKNINEN MUUTOS

### 2.2.1 TUOTANNONTEKIJÄVINOUTUNUT TEKNINEN MUUTOS

Työvoima voidaan jakaa kahteen tuotannontekijään Acemoglun (2002) mukaisesti. Taitava työvoima  $H$  pitää sisällään korkeakoulutetut työntekijät. Taitamaton työvoima  $L$  kattaa työntekijät, joilla on toisen asteen tutkinto, muttei yhtään vuotta korkeakoulutusta. Jaottelulla voidaan saada selville onko tekninen muutos ollut tuotannontekijävinoutunut. Jos tekninen muutos on suosinut taitavaa työvoimaa, havaitaan taitovinoutunut tekninen muutos.

Korkeakoulutetut ja 2. asteen koulutetut tarjoavat työvoimaa joustamattomasti ajanhetkellä  $t$ . Toisin sanoen, hetkellä  $t$  taidoille maksettavan palkkapreemion muutos ei vaikuta kummankaan työvoiman tarjontaan, vaan muutos tapahtuu ajanjaksojen välillä. Kaikki

työntekijät ovat riskineutraaleja sekä maksimoivat työvoimansa tulojen nykyarvoa.<sup>3</sup> Työntekijät ovat epätäydellisiä substituutteja. Työmarkkinat oletetaan kilpailullisiksi, mikä tulee huomioida erityisesti, kun mallilla analysoidaan eurooppalaisia kansantalouksia, joissa kilpailua rajoitetaan merkittävästi.

Tuotantofunktio koko kansantaloudelle on CES-funktio, jossa substituution jousto on vakio:

$$Y(t) = \left[ (A_l(t)L(t))^{\rho} + (A_h(t)H(t))^{\rho} \right]^{\frac{1}{\rho}} \quad (A_l, A_h > 0; 1 > \rho \neq 0), \quad (2.2)$$

jossa  $A_l(t)$  on taitamattoman työvoiman ja  $A_h(t)$  taitavan työvoiman tuottavuus. Tuottavuudet perustuvat teknologioihin, jotka ovat komplementteja joko taitavan tai taitamattoman työvoiman kanssa. Acemoglun (2002) mukaan malli toimii myös yleiselle vakioskaalatuottofunktiolle, mutta tässä keskityn CES-tuotantofunktioon sen yksinkertaisuuden vuoksi. Jatkossa aikatekijä pudotetaan yhtälöistä selkeyden takia.

Liitteessä 1 Työvoimien substituution jouston johto johdan taitavan ja taitamattoman työvoiman substituution jouston, joka on

$$\sigma = \frac{1}{1-\rho}. \quad (2.3)$$

Substituution jouston arvo voi olla mitä tahansa nollan ja äärettömän välillä. Mitä suurempi  $\sigma$ , sitä enemmän taitavalla työvoimalla voidaan korvata taitamatonta työvoimaa. Jos  $\sigma > 1$  ( $\rho > 0$ ), tuotannontekijät ovat substituutteja ja jos  $\sigma < 1$  ( $\rho < 0$ ), ne ovat komplementteja. Kolme erikoistapausta on huomioimisen arvoisia. Ensinnäkin  $\sigma \rightarrow 0$  ( $\rho \rightarrow -\infty$ ), jolloin tuotannontekijät ovat täydellisiä komplementteja. Nyt tuotanto voidaan saada aikaan vain työvoimien suhteella, joka on vakio. Toiseksi  $\sigma \rightarrow \infty$  ( $\rho \rightarrow 1$ ), jolloin työvoimat ovat täydellisiä substituutteja. Kolmanneksi  $\sigma \rightarrow 1$  ( $\rho \rightarrow 0$ ), jolloin tuotantofunktio noudattaa Cobb-Douglas –muotoa. Nyt substituution jousto on vakio, yksikkö, ja tuotannontekijät ovat neutraaleja.

---

<sup>3</sup> Diskonttotehtävä oletetaan nollaksi. Käytännössä kouluttautumispäätöksen kannalta on kuitenkin merkitystä kuinka nopeasti korkeakoulutuksen palkkapreemio alkaa kasvaa iän suhteen. Jos tulojen kasvu ei tapahdu lähivuosina valmistumisesta, vaan vasta useiden vuosien kuluttua, laskee se kouluttautumisen kannattavuutta.

Substituution jousto osoittaa miten yrityksen tasolla tuotantofunktiossa voidaan korvata tuotannontekijöitä. Lisäksi se kertoo ulkoistamisen mahdollisuuksista (Autor, Katz ja Krueger 1998.) Substituution joustolla on erittäin keskeinen osa tulosten tulkinnassa. Seuraavassa nähdään miten substituution joustosta riippuen, nousu taitavan työvoiman tuottavuudessa  $A_h$  voi joko hyödyttää tai haitata taitavaa työvoimaa.

### 2.2.2 TAITOJEN SUHTEELLISEN TARJONNAN VAIKUTUS PALKKAPREEMIOON

Tuotantofunktio (2.2) mahdollistaa kolme eri tulkintaa:

1. Kansantaloudessa on vain yksi tuote, jonka tuotannossa taitamattomat ja taitavat työntekijät ovat epätäydellisiä substituutteja.
2. Kuluttajien hyötyfunktio on muotoa  $(Y_l^\rho + Y_h^\rho)^{1/\rho}$  määritettynä kahdelle hyödykkeelle. Hyödykkeen  $Y_h$  tuottamiseen osallistuu vain taitava ja hyödykkeen  $Y_l$  tuottamiseen vain taitamaton työvoima. Tuotantofunktiot ovat  $Y_h = A_h H$  ja  $Y_l = A_l L$ . Talous on suljettu.
3. Sekoitus ensimmäisestä ja toisesta. Eri sektorit tuottavat hyödykkeitä, jotka ovat epätäydellisiä substituutteja. Korkeasti ja matalasti koulutetut työvoimat osallistuvat molempien sektoreiden työmarkkinoille.

Vaikkakin kolmas tulkinta olisi realistisempi, käytän kahta ensimmäistä, koska niiden avulla käsittely on selkeämpää. Työmarkkinoiden ollessa kilpailulliset taitamattoman työvoiman palkka on (ks. liite 1 Työvoimien substituution jouston johto)

$$w_l = \frac{\partial Y}{\partial L} = A_l^\rho \left[ A_l^\rho + A_h^\rho \left( \frac{H}{L} \right)^\rho \right]^{\frac{1-\rho}{\rho}} > 0$$

ja taitavan palkka

$$w_h = \frac{\partial Y}{\partial H} = A_h^\rho \left[ A_l^\rho \left( \frac{H}{L} \right)^{-\rho} + A_h^\rho \right]^{(1-\rho)/\rho} > 0.$$

Taitamattoman työvoiman palkka  $W_l$  voidaan ajatella suhteellisen työllisyyden  $H/L$  funktioksi. Derivoimalla tämä saadaan

$$\frac{\partial W_l}{\partial \left(\frac{H}{L}\right)} = (1 - \rho)(A_l A_h)^\rho \left[ A_l^\rho + A_h^\rho \left(\frac{H}{L}\right)^\rho \right]^{(1-2\rho)/\rho} \left(\frac{H}{L}\right)^{\rho-1} > 0, \quad (2.4)$$

koska  $1 > \rho \neq 0$ . Tämä kertoo, että taitamattoman työvoiman palkan tulisi nousta taitavan työvoiman suhteellisen osuuden kasvaessa.

Derivoimalla taitavan työvoiman palkka  $W_h$  suhteellisen työllisyyden  $H/L$  suhteen saadaan

$$\frac{\partial W_h}{\partial \left(\frac{H}{L}\right)} = (\rho - 1)(A_l A_h)^\rho \left[ A_l^\rho \left(\frac{H}{L}\right)^{-\rho} + A_h^\rho \right]^{(1-2\rho)/\rho} \left(\frac{H}{L}\right)^{-\rho-1} < 0, \quad (2.5)$$

koska  $1 > \rho \neq 0$ . Kun taitavien työntekijöiden suhteellinen määrä kasvaa, ceteris paribus, suhteellisen palkan tulisi laskea. Yhdistämällä palkkayhtälöt saadaan palkkapreemio. Palkkapreemio lasketaan jakamalla taitavien työntekijöiden palkka taitamattomien työntekijöiden palkalla<sup>4</sup>

$$\begin{aligned} \omega = \frac{W_h}{W_l} &= \frac{A_h^\rho \left[ A_l^\rho \left(\frac{H}{L}\right)^{-\rho} + A_h^\rho \right]^{(1-\rho)/\rho}}{A_l^\rho \left[ A_l^\rho + A_h^\rho \left(\frac{H}{L}\right)^\rho \right]^{(1-\rho)/\rho}} \\ &= \frac{A_h^\rho \left(\frac{H}{L}\right)^{-\rho(1-\rho)/\rho} \left[ A_l^\rho + A_h^\rho \left(\frac{H}{L}\right)^\rho \right]^{(1-\rho)/\rho}}{A_l^\rho \left[ A_l^\rho + A_h^\rho \left(\frac{H}{L}\right)^\rho \right]^{(1-\rho)/\rho}} \\ &= \left(\frac{A_h}{A_l}\right)^\rho \left(\frac{H}{L}\right)^{-(1-\rho)}. \end{aligned}$$

Muutos suhteessa  $A_h/A_l$  on tuotannontekijävinoutuneen teknisen muutoksen muoto. Se muuttaa tuotannontekijöiden suhteellista tuottavuutta. Taitavan ja taitamattoman

<sup>4</sup> Joillakin arvoilla taitavan työvoiman palkka voi olla taitamattomaa alempana eli palkkapreemio  $< 1$ . Näin ollen ongelman välttämiseksi voidaan määritellä  $\left(\frac{A_h}{A_l}\right)^{\sigma-1} > \frac{H}{L}$ , jolloin palkkapreemio ei voi olla  $< 1$ .

Vaihtoehtoisesti voitaisiin ajatella, että taitava työvoima osaa aina käyttää taitamattoman työvoiman käyttämää teknologiaa paremmin tai vähintään yhtä hyvin. Seuraavissa osiossa esiteltävät tutkimukset sekä EU KLEMS –aineisto tukevat oletusta  $\omega > 1$ .

työvoiman ollessa substituutuja, suhde vaikuttaa siihen miten toisella tuotannontekijällä voidaan korvata toisen tuotannontekijän panos tuotannossa uuden teknologian avulla.<sup>5</sup> Uusi teknologia on ollut enemmän komplementti taitavan kuin taitamattoman työvoiman kanssa vähintään 1970-luvulta alkaen (Greenwood ja Yorukoglu [1997], Autor, Katz ja Krueger [1998], Card, Kramarz ja Lemieux [1999], Krusell et al. [2000], ja Autor, Levy ja Murnane [2003]. Goldin ja Katzin (1998) mukaan historiallinen evidenssi osoittaa, että taitava työvoima ja pääoma ovat olleet komplementteja läpi 1900-luvun Yhdysvalloissa. CES-funktion substituution jousto on yhtälön (3.10) mukaan  $\sigma = \frac{1}{1-\rho}$ , josta saadaan  $\rho = \frac{\sigma-1}{\sigma}$  ( $\sigma \neq 0$ ). Sijoittamalla tulos palkkapreemioyhtälöön saadaan

$$\omega = \left(\frac{A_h}{A_l}\right)^{(\sigma-1)/\sigma} \left(\frac{H}{L}\right)^{-1/\sigma}. \quad (2.6)$$

Ottamalla molemminpuoliset logaritmit saadaan palkkapreemion muutos

$$\ln \omega = \frac{\sigma-1}{\sigma} \ln\left(\frac{A_h}{A_l}\right) - \frac{1}{\sigma} \ln\left(\frac{H}{L}\right). \quad (2.7)$$

Kilpailullisilla tuotannontekijämarkkinoilla taitojen palkkapreemion muutos voidaan lukea yhtälön oikealta puolelta. Yritysten kannattaa maksaa lisää taitavalle työvoimalle enintään sen taitamatonta työvoimaa korvaavan määrän verran, kun otetaan huomioon suhteellisen tarjonnan muutos. Kun tätä verrataan Solow'n teorian määritelmään teknologisesta muutoksesta (yhtälö 2.1) huomataan, ettei koko yhteiskunnan käsittävää teknologista muutosta kuvaavaa (TFP) termiä  $Z$  ole mukana. Solow'n kasvuteorian mukainen residuaalina mitattavan kokonaistuottavuuden kasvu  $Z$  ei näin ollen vaikuta mallin mukaan koulutuksen palkkapreemioon.

Palkkapreemion muutos riippuu nyt taitojen suhteellisen kysynnän ja tarjonnan muutoksista. Suhteellisen kysynnän muutoksen osoittaa oikean puolen ensimmäinen termi  $\frac{\sigma-1}{\sigma} \ln(A_h/A_l)$  ja tarjonnan toinen termi  $-\frac{1}{\sigma} \ln(H/L)$ .

---

<sup>5</sup> Yritysten tasolla tapahtuvan SBTC:n lisäksi  $A_h/A_l$  mittaa myös muita tuotannontekijävinoutuneita muutoksia. Nämä muutokset johtuvat suhteellisten hintojen tai muiden kuin työvoimatuotannontekijöiden (esim. pääoma ja energia) määrien vaihtelusta. Myös taitointensiteetiltä eroavien alojen lopputuotteiden suhteellisen kysynnän muutokset voivat näkyä termissä (Autor, Katz ja Krueger 1998.)

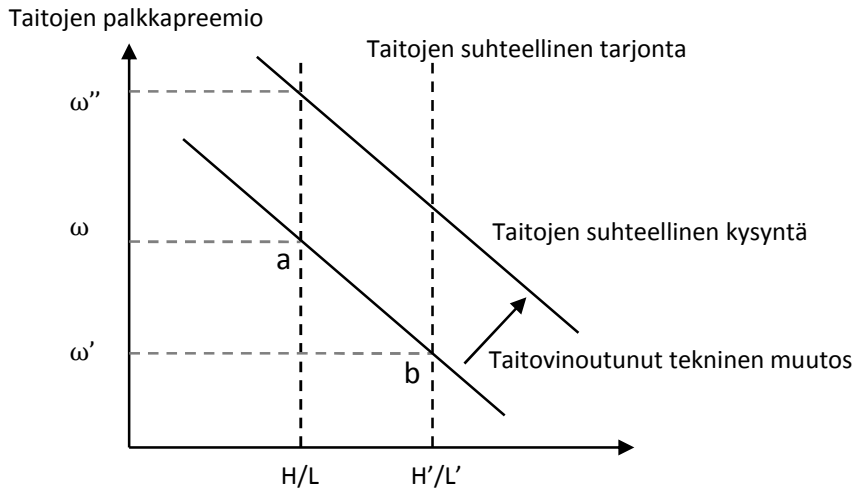
Derivoimalla yhtälö 2.7 suhteellisen työllisyyden logaritmin suhteen saadaan

$$\frac{\partial \ln \omega}{\partial \ln \left(\frac{H}{L}\right)} = -\frac{1}{\sigma} < 0, \quad (2.8)$$

koska  $\sigma > 0$ . Toisin sanoen, taitavan työvoiman suhteellisen työllisyyden laskiessa palkkapreemion tulisi nousta. Vastaavasti suhteellisen työllisyyden kasvusta seuraa palkkapreemion lasku. Tämä on substituutiovaikutus. Se osoittaa, että annetulle teknologian taitovinoutumalle,  $A_h/A_l$ , työvoiman suhteellinen kysyntäkäyrä on alaspäin viettävä. Havainto on hyvin oleellinen tutkielmani kannalta.

Suhteen  $H/L$  nousu luo kaksi eri substituutiovaikutusta tuotantofunktion 2.2 tulkinnasta riippuen. Ensimmäisen tulkinnan mukaan taitava ja taitamaton työvoima tuottavat samaa hyödykettä, mutta osallistuvat eri tuotantovaiheisiin. Nyt matalapalkkaisiin työtehtäviin, jotka ennen suoritti taitamaton työvoima, osallistuu aiempaa useammin taitava työvoima. Toisen tulkinnan mukaan työvoimat eivät osallistu saman hyödykkeen tuottamiseen. Nyt  $H/L$ :n kasvu aiheuttaa taitointensiivisen hyödykkeen suhteellisen tuotannon nousun. Tästä seuraa suhteellisen hinnan lasku. Molemmissa tapauksissa substituutiovaikutus vahingoittaa taitavan työvoiman suhteellisia tuloja.





Kuva 2. Taitojen suhteellinen kysyntä ja tarjonta, kun  $\sigma > 1$

Kuvassa 2 nähdään graafisesti yhtälö 2.7. Taitojen suhteellinen tarjonta oletetaan tässä vaiheessa annetuksi, mikä on lyhyellä aikavälillä perusteltua. Tarjonnan kasvu tasolta  $H/L$  tasolle  $H'/L'$  siirtää tasapainopisteen alaspäin suhteellista kysyntäkäyrää pitkin. Kuvassa 2 tämä nähdään siirtymisenä pisteestä a pisteeseen b. Samalla taitojen palkkapreemio laskee tasolta  $\omega$  tasolle  $\omega'$ . Näin tapahtui 1970-luvulla Yhdysvalloissa (Katz ja Murphy 1992).

### 2.2.3 TAITOVINOUTUMAN VAIKUTUS PALKKAPREEMIOON

Kuten yhtälö 2.8 osoittaa substituution jousto on tärkeä väline analysoitaessa, miten palkkapreemio muuttuu, kun suhteellinen tarjonta muuttuu. Substituution jousto vaikuttaa myös miten palkkapreemio muuttuu teknologian muutoksen suhteen. Teknisen pääoman kasvu voi parantaa joko taitavan tai taitamattoman työvoiman käyttämää teknologiaa. Toisin sanoen, joko  $A_h$  tai  $A_l$  voi kasvaa. Myöhemmin nähdään, että eksogeenisistä tekijöistä ja voittokannusteista riippuen kumpi tahansa voi kasvaa suhteessa toiseen.

Derivoimalla yhtälö 2.7 suhteellisen tuottavuuden logaritmin suhteen saadaan

$$\frac{\partial \ln \omega}{\partial \ln(A_h/A_l)} = \frac{\sigma - 1}{\sigma}. \quad (2.9)$$

Yhtälö kertoo miten palkkapreemio muuttuu teknologioiden suhteen muuttuessa. Acemoglun (2002) ja Card ja Lemieux'n (2001) mukaan on empiirisesti perusteltua olettaa, että  $\sigma > 1$ . Toisin sanoen työvoimat ovat substituutteja. Näin ollen taitavaa työvoimaa hyödyntävien teknologioiden suhteellinen kehitys kasvattaa taitojen palkkapreemiota, ceteris paribus. Tämä vaikutus nähdään kuvasta 1 suhteellisen kysyntäkäyrän siirtymisenä oikealle, jolloin palkkapreemio nousee tasolta  $\omega$  tasolle  $\omega''$ .

Jos  $\sigma < 1$  eli työvoimat ovat komplementteja, vaikutus on päinvastainen. Tällöin taitavien työntekijöiden tuottavuuden suhteellinen parantuminen siirtää kysyntäkäyrää vasemmalle ja laskee palkkapreemiota. Ilmiö on helppo ymmärtää esimerkiksi Leontief-tuotantofunktion kautta, jossa tuotannontekijät ovat täydellisiä komplementteja ja niitä käytetään annetussa suhteessa. Toisin sanoen  $\sigma = 0$ . Tässä tilanteessa taitavien työntekijöiden tuottavuuden,  $A_h$ , suhteellisesta kasvusta seuraa taitamattomien työntekijöiden suhteellisen kysynnän kasvu. Taitamattoman työvoiman määrä voidaan myös ajatella vakiona, jolloin tuottavuuden parantuminen tekee osasta taitavaa työvoimaa tarpeetonta. Tästä seuraa palkkapreemion lasku.

Havainto on erittäin oleellinen, sillä kasvanut suhteellinen tuottavuus ei automaattisesti paranna taitavan työvoiman asemaa työmarkkinoilla. Näin tapahtuu vain, jos  $\sigma > 1$ . Kun  $\sigma < 1$ , suhteen  $A_h/A_l$  nousu on taitoja korvaava tekninen muutos. Tilanne voi tuntua oudolta, muttei ole absurdi. Esimerkiksi 1800-luvun Englannissa tilanne oli todellinen (Goldin ja Katz 1998).

Kuinka suuri substituution jousto sitten on ollut? Vaikka arviointi on melko hankalaa, useimmat tutkimukset ovat estimoineet substituution jouston olleen Yhdysvalloissa II Maailmansodasta alkaen  $1 < \sigma < 2$  (Katz ja Murphy [1992], Autor, Katz ja Krueger [1998], Krusell et al. [2000] ja Acemoglu [2002]).

Tutkielmani kannalta keskeinen tulos on, että kun taitavan työvoiman suhteellinen määrä nousee, tulisi palkkapreemion laskea. Tämä nähdään yhtälöstä 2.8, kun  $\sigma > 1$ . Kuvassa 2

muutos havaitaan siirtymisenä laskevaa taitojen kysyntäkäyrää pitkin oikealle uuteen tasapainoon, jolloin palkkapreemio laskee  $\omega$ :sta tasolle  $\omega'$ . Tilanne vastaa 1970-luvun Yhdysvaltoja (Katz ja Murphy 1992). Miksi sitten 1980-luvulta alkaen palkkapreemio nousi, vaikka suhteellinen tarjonta kasvoi edelleen? Tämän kehityksen havaitsivat mm. Autor, Katz ja Krueger (1998).

Laskevan palkkapreemion tendenssi voi kumoutua teknologian muuttumisella aiempaa taitovinoutuneemmaksi. Toisin sanoen, uusi tekninen pääoma on ollut useammin komplementti taitavan kuin taitamattoman työvoiman kanssa eli  $\frac{\Delta A_h}{\Delta A_l} > 1$ . Näin ollen taitavan työvoiman suhteellinen tuottavuus kasvaa, jolloin myös suhteellinen palkka kasvaa. Tämä nähdään yhtälöstä 2.9. Kuvassa 2 muutos havaitaan kysyntäkäyrän siirtymisenä oikealle. Annetulla suhteellisella työllisyydellä palkkapreemio nousee  $\omega$ :sta tasolle  $\omega''$ . Kyseessä on eksogeeninen taitovinoutunut tekninen muutos. Jos yhteiskunnassa tapahtuu samanaikaisesti nämä kaksi päinvastoin vaikuttavaa muutosta, päädytään tasapainotilaan, joka sijaitsee palkkapreemioiden  $\omega'$  ja  $\omega''$  välillä. Näin ollen teorian mukaan tekninen kehitys oli 1980-luvulla taitovinoutunutta, mikä selittää palkkapreemion nousun.

#### 2.2.4 KANSANTALouden KESKIMÄÄRÄINEN PALKKA

Koko yhteiskunnan palkkojen muutosta voidaan tarkastella laskemalla kansantalouden keskimääräinen palkka

$$\begin{aligned}
 W &= \frac{LW_l + HW_h}{L + H} = \frac{LA_l^\rho \left[ A_l^\rho + A_h^\rho \left( \frac{H}{L} \right)^\rho \right]^{(1-\rho)/\rho} + HA_h^\rho \left[ A_l^\rho \left( \frac{H}{L} \right)^{-\rho} + A_h^\rho \right]^{(1-\rho)/\rho}}{L + H} \\
 &= \frac{\left[ LA_l^\rho + HA_h^\rho \left( \frac{H}{L} \right)^{-\frac{\rho(1-\rho)}{\rho}} \right] \left[ A_l^\rho + A_h^\rho \left( \frac{H}{L} \right)^\rho \right]^{(1-\rho)/\rho}}{L + H} \\
 &= \frac{L^{1-\rho} (L^\rho A_l^\rho + H^\rho A_h^\rho)^{\frac{\rho}{\rho}} (L^\rho A_l^\rho + H^\rho A_h^\rho)^{(1-\rho)/\rho} L^{-\frac{\rho(1-\rho)}{\rho}}}{L + H}
 \end{aligned}$$

$$= \frac{[(A_l L)^\rho + (A_h H)^\rho]^{1/\rho}}{L + H}. \quad (2.10)$$

Kun  $\sigma > 1$ , palkkapreemio on positiivinen ja  $0 < \rho < 1$ . Näin ollen suhteellisen työllisyyden kasvaessa kasvaa myös koko talouden keskimääräinen palkka.

Tähän mennessä käydyt tulokset osoittavat, että suhteellisen työllisyyden noustessa:

1. Taitavien työntekijöiden suhteellinen palkka, palkkapreemio, laskee (2.6)
2. Taitamattomien työntekijöiden palkat kasvavat (2.4)
3. Taitavien työntekijöiden palkat laskevat (2.5)
4. Keskimääräinen palkka nousee (2.10)

Jos tarkastellaan vain taitavan työvoiman tuottavuuden  $A_h$  nousua, ceteris paribus, nähdään että molempien palkkojen,  $W_l$  ja  $W_h$ , tulisi nousta. Näin ollen myös keskimääräinen palkka nousee. Tämän mukaan mallin mukaan teknologinen parannus nostaa aina kaikkia palkkoja.

#### 2.2.5 TAITAVAN TYÖVOIMAN PALKKAOSUUS

1970-luvulla Yhdysvalloissa korkeakoulutettujen suhteellinen tarjonta kasvoi voimakkaasti ja palkkapreemio laski (Katz ja Murphy [1992] ja Autor, Katz ja Krueger [1998]). Näin ollen on hankala sanoa onko tekninen kehitys ollut myös 1970-luvulla taitovinoutunut. SBTC:a voidaanakin tutkia palkkapreemiota yleisemmin korkeakoulutettujen palkkojen suhteellisella osuudella. Näin saadaan selville, maksetaanko koko korkeakoulutettujen ryhmälle aiempaa enemmän palkkaa myös tilanteessa, jossa palkkapreemio laskee ja korkeakoulutettujen suhteellinen tarjonta kasvaa.

Taitavien työntekijöiden suhteellinen palkkaosuus saadaan yhtälön 2.6 avulla seuraavasti:

$$S_h = \frac{W_h H}{W_l L} = \left( \frac{A_h}{A_l} \right)^{(\sigma-1)/\sigma} \left( \frac{H}{L} \right)^{-1/\sigma} \frac{H}{L}$$

$$S_h = \left(\frac{A_h}{A_l}\right)^{(\sigma-1)/\sigma} \left(\frac{H}{L}\right)^{(\sigma-1)/\sigma}. \quad (2.11)$$

Ottamalla molemmipuoliset logaritmit saadaan

$$\ln S_h = \frac{\sigma-1}{\sigma} \left( \ln \frac{A_h}{A_l} + \ln \frac{H}{L} \right). \quad (2.12)$$

Jos  $\sigma < 1$  eli työvoimat ovat komplementteja, oikean puolen termi on negatiivinen. Tällöin taitavan työvoiman suhteellisen tuottavuuden sekä työllisyyden parantumisesta seuraa taitamattoman työvoiman palkkaosuuden nousu. Kun  $\sigma > 1$  eli työvoimat ovat, empiirisesti perustellusti, substituuotteja, muutos on positiivinen. Tällöin suureiden noususta seuraa taitavan työvoiman palkkaosuuden kasvu. Jos substituution jousto on 1, tuotannontekijät ovat neutraaleja, eikä termien muutoksilla ole vaikutusta palkkaosuuteen. Vaikka palkkapreemio laski 1970-luvulla, korkeakoulutettujen palkkaosuus kasvoi edelleen. Näin ollen myös 1970-luku on voinut olla taitovinoutunut Yhdysvalloissa (Autor, Katz ja Krueger 1998.)

Yhtälöstä 2.11 saadaan ratkaistua taitovinoutunut tekninen muutos<sup>6</sup>

$$\frac{A_h}{A_l} = \frac{S_h^{\sigma/(\sigma-1)}}{H/L}. \quad (2.13)$$

Palkkapreemion logaritmisien muutoksen osoittavan yhtälön 2.7 oikealta puolelta saadaan tekijä, jota voidaan käyttää indeksinä taitavan työvoiman kysynnästä:

$$D = (A_h/A_l)^{\frac{\sigma-1}{\sigma}}. \quad (2.14)$$

Termi on hyödyllinen empiirisessä analyysissä. Sen tulokset voivat olla suhdetta  $A_h/A_l$  informatiivisempia, koska se kertoo suoraan kysyntäindeksin annetulla substituution joustolla tietyille teknologioiden suhteelle.

---

<sup>6</sup> Acemoglu (2002) laski arvoja korkeakoulutettujen suhteelliselle tuottavuudelle  $A_h/A_l$  ja havaitsi suhteen kasvaneen voimakkaasti joka tutkittu vuosikymmen 1960-luvulta 1990-luvulle. Tämä viittaa teknisen muutoksen olleen taitovinoutunutta.

Tutkielmani kannalta on hyödyllistä laskea kuinka paljon suhteellisen työllisyyden ja palkan muutokset vaikuttavat kysyntäindeksin muutokseen. Tästä syystä olen osoittanut yhtälön 2.6 avulla, että kysyntäindeksin muutos riippuu palkkapreemion ja suhteellisen tarjonnan muutoksista seuraavasti:

$$\ln D = \ln \omega + \frac{1}{\sigma} \ln \frac{H}{L}. \quad (2.15)$$

Palkkapreemion muutos vaikuttaa enemmän suhteellisen kysynnän muutokseen kuin suhteellisen tarjonnan muutos, kun  $\sigma > 1$ . Kun yhtälö derivoidaan substituution jouston suhteen, nähdään kysyntäindeksin muutoksen riippuvan käänteisesti substituution joustosta. Toisin sanoen, suurempi substituution jousto saa aikaan pienemmän kysyntäindeksin muutoksen. Lisäksi suurempi substituution jousto asettaa entistä enemmän painoa palkkapreemion muutoksille verrattuna suhteellisen työllisyyden muutoksiin. Korkeakoulutettujen suhteellinen kysyntä näyttää kasvaneen koko II Maailmansodan jälkeisen ajan (Autor, Katz ja Krueger 1998). Mielenkiintoista seuraavan osion kannalta on, että kysyntäindeksin toinen derivaatta substituution jouston suhteen on positiivinen. Näin ollen tarkasteltaessa onko kysynnän kasvun vauhti kiihtynyt, suurempi substituution jousto osoittaa suurempaa kasvuvauhdin muutosta.

#### 2.2.6 TASAINEN VAI KIIHTYVÄ TAITOJEN SUHTEELLISEN KYSYNNÄN KASVU

Onko taitojen suhteellisen kysynnän kasvu ollut tasaista vai kiihtyvää tai jopa negatiivista? Jos kysynnän kasvu on ollut tasaista, hypoteesi voidaan esittää seuraavasti:

$$\ln \left( \frac{A_h(t)}{A_l(t)} \right) = \gamma_0 + \gamma_1 t, \quad (2.16)$$

missä  $t$  on aika ja  $\gamma$  lineaarista, tasaista, teknologista muutosta kuvaava parametri. Seuraavaksi sijoitan tämän yhtälöön 2.7, jolloin saadaan

$$\ln \omega = \frac{\sigma - 1}{\sigma} \gamma_0 + \frac{\sigma - 1}{\sigma} \gamma_1 t - \frac{1}{\sigma} \ln \left( \frac{H}{L} \right) \quad (2.17)$$

Yhtälöstä nähdään teknologisen kehityksen tapahtuva vakionopeudella, kun taas taitavan työvoiman suhteellinen tarjonta voi kasvaa vaihtelevalla nopeudella. Näin ollen muutokset taidoille maksettavassa preeviossa johtuvat taitojen suhteellisen tarjonnan kasvusta, joka ei tapahdu tasapainovauhdilla. Kun  $H/L$  kasvaa nopeammin kuin taitovinoutunut tekninen muutos  $(\sigma - 1)\gamma_1$ , taitojen palkkapreemio  $\omega$  laskee. Vastaavasti kun tarjonnan kasvu jää taitovinoutuneen teknisen muutoksen vauhdista, palkkapreemio  $\omega$  nousee. Katz ja Murphyn (1992) mukaan tasaisen kysynnän kasvun malli pystyy selittämään melko hyvin ajanjakson 1963-1987 muutokset palkkapreemiossa ja suhteellisessa tarjonnassa.

Tosin heidän mukaansa 1980-luvulla kasvu saattoi kiihtyä. Autor, Katz ja Krueger (1998) löytävät vahvoja, muttei yksiselitteisiä, indikaatioita kasvun kiihtymisestä 1980-luvulla. Acemoglu (2002) osoittaa, että kysynnän kasvu todennäköisesti kiihtyi 1970- tai 1980-luvulta alkaen.

#### 2.2.7 EKSOGEENISEN TAITOVINOUTUNEEN TEKNISEN MUUTOKSEN TEORIAN ONGELMAT

Mikä sitten selittää taitojen kysynnän kasvun kiihtymisen 1970- tai 1980-luvulta alkaen? Suosituimmat selitykset ovat työmarkkinainstituutioiden vallan väheneminen, kansainvälisen kaupan lisääntynyt merkitys ja taitovinoutunut tekninen muutos. Acemoglu (2002) osoittaa, etteivät yksin kaksi ensimmäistä teoriaa pysty selittämään työmarkkinahintojen muutoksia.

Pystyykö oletetusta tietoteknisestä vallankumouksesta johtunut eksogeeninen taitovinoutunut tekninen kehitys selittämään 1970- tai 1980-luvulla nopeutuneen taitojen kysynnän kasvun? Monet tutkijat, kuten Autor, Katz ja Krueger (1998), keskittyvät eksogeenisen teknologisen kasvun tematiikkaan. Ajatus on, että tietotekninen pääoma on useammin komplementti taitavan kuin taitamattoman työvoiman kanssa. Toisin sanoen, nopeampi eksogeeninen tekninen kasvu kasvattaa termiä  $A_h/A_l$ . Tästä puolestaan seuraa palkkapreemion nousu. Teknologiseen vallankumoukseen pohjaavien mallien ongelma on, ettei 1980-luvulla tekninen kehitys välttämättä nopeutunut. Päinvastoin Greenwood ja Yorukoglu (1997) huomasivat TFP:n kasvun hidastuneen 1980-luvulla. Myös Acemoglun

(2002) mukaan on olemassa vähän suoraa todistusaineistoa vuosikymmenten 1970-1995 poikkeuksellisen nopeasta teknisestä kehityksestä.

Toinen ongelma eksogeenisen kasvun mallissa on taitovinoutuman kiihtymisen ja suhteellisen tarjonnan kasvun ajoitus. Korkeakoulutetun työvoiman suhteellinen määrä kasvoi radikaalisti 1960-luvun lopulta 1970-luvun alkuun. Näin ollen taitovinoutuman kiihtyminen on tapahtunut joko samanaikaisesti tai välittömästi taitojen suhteellisen kasvun jälkeen. Eksogeeninen kasvu ei pysty selittämään tätä muuten kuin olettamalla samanaikaisuuden johtuvan sattumasta.

Kolmanneksi ongelmallista on miksi 1990-luvulla taitovinoutuman mittarien kasvu hidastui.<sup>7</sup> Eksogeenisen SBTC:n mukaan tämä voi johtua vain tietokoneistumisen ja informaatioteknologioiden yleistymisen hidastumisesta, koska suhteellisen työllisyyden kasvu hidastui huomattavasti 1990-luvulla. Tietokoneistumisen ja informaatioteknologioiden leviämisen merkittävää hidastumista 1990-luvulla ei kuitenkaan voida pitää perusteltuna.

## 2.3 ENDOGEEENINEN TAITOVINOUTUNUT TEKNINEN MUUTOS

Tähän mennessä käsitelty teoria olettaa teknisen muutoksen olleen II Maailmansodan jälkeen luontaisesti taitovinoutunut (tai vähintäänkin taitojen suhteellisen kysynnän kasvun johtuneen eksogeenisista tekijöistä). Eri näkökulma on linkittää kehitettävät ja käyttöönotettavat teknologiatyypit voittokannusteisiin tai kysyntävetoisuuteen (demand-pull). Tämä on endogeenisen kasvuteorian ottama näkökulma, jossa teknologisen kokonaiskasvun nopeus perustuu voittokannusteisiin. Sen sijaan taitovinoutuman tasoa ei endogeenisessa kasvuteoriassa määritetä voittokannusteista. Seuraavaksi käsittelemässäni mallissa myös taitovinoutuman taso on endogeeninen tekijä ja perustuu voittokannusteisiin.<sup>8</sup>

---

<sup>7</sup> Mittareita ovat palkkapreemio, palkkaosuus, suhteellinen kysyntä ja toimialojen sisäinen kysyntä.

<sup>8</sup> Esittelemäni malli on Acemoglun (2002) mukainen. Ajatus tuotannontekijöiden hintojen vaikutuksesta innovaatioihin on kuitenkin vanhempi (ks. Samuelson [1965]).



Eksogeenisen taitovinoutuneen teknisen muutoksen teoriassa oli neljä mainittua ongelmaa. Toisin kuin eksogeeninen teoria, endogeenisen taitovinoutuneen teknisen muutoksen näkökulma pystyy selittämään kaikki neljä ongelmallista havaintoa.

### 2.3.1 TAITOJEN SUHTEELLISEN TARJONNAN VAIKUTUS TAITOVINOUTUMAAN

Endogeeninen teoria liittää teknologian taitojen tarjontaan. Tästä voidaan luonnollisesti edetä liittämään taitojen tarjonta palkkapreemioon. On luontevaa, että teknisen kehityksen taitovinoutumaan vaikuttavat voittokannusteet ja kysyntävetoisuus, koska eteenpäin katsovat yritykset kehittävät teknologioita investointien voittomahdollisuuksia ennustaen.<sup>9</sup>

Oletetaan kuluttajien hyötyfunktion olevan  $Y = (Y_l^\rho + Y_h^\rho)^{1/\rho}$ , jossa  $Y_h = N_h H$  ja  $Y_l = N_l L$ . Muuttujien  $N_h$  ja  $N_l$  voidaan tulkita tarkoittavan taitavan ja taitamattoman työvoiman käyttämien specialisoituneiden laitteiden määrää. Muuttujat vastaavat yhtälön 2.2 termejä  $A_h$  ja  $A_l$ . Toisin sanoen, hyötyfunktio ovat samat, kun  $A_h = N_h$  ja  $A_l = N_l$ . Suhteen  $N_h/N_l$  kasvu vastaa taitovinoutunutta teknistä muutosta, kun  $\sigma = \frac{1}{1-\rho} > 1$ . Maksimoimalla kuluttajan hyötyfunktio saadaan taitointensiivisen tuotteen suhteellinen hinta

$$p \equiv \frac{p_h}{p_l} = \left[ \frac{N_h H}{N_l L} \right]^{\rho-1}, \quad (2.18)$$

jossa  $p_h$  tarkoittaa tuotteen  $Y_h$  hintaa ja  $p_l$  tuotteen  $Y_l$  hintaa.

Oletetaan, että työvoimaspesifit laitteet kehittää ja myy voittoa maksimoiva monopoli. Uuden laitteen kehittäminen maksaa  $B$  yksikköä lopputuotteesta  $Y$ . Kun laite on kehitetty, sen tuottamisen marginaalikustannus on nolla. Seuraavasta laitteesta  $N$  maksamisen marginaalinen halukkuus kahdella sektorilla saadaan derivoimalla sektorien tuotantojen arvot  $p_h Y_h$  ja  $p_l Y_l$  muuttujien  $N_h$  ja  $N_l$  suhteen ja saadaan

<sup>9</sup> Abowd et al. (2007) osoittavat edistynyttä teknologiaa käyttävien yritysten työllistävän todennäköisemmin korkean kyvykkyyden (taidot) kuin kokemuksen työntekijöitä. Kokemuksella hankitut taidot vanhenevat nopeasti teknologisen muutoksen aikaan, kun taas kyvykkyys antaa eväät sopeutua teknologiaan nopeammin.

$$\frac{\partial(p_h Y_h)}{\partial N_h} = p_h H \quad (2.19)$$

ja

$$\frac{\partial(p_l Y_l)}{\partial N_l} = p_l L. \quad (2.20)$$

Yhtälöt osoittavat kuinka paljon yhdellä uudella laitteella saadaan lisää tuotannon arvoa. Yhtälöistä nähdään kaksi päinvastaista vaikutusta, jotka kannustavat luomaan uusia teknologioita:

1. Hintavaikutus: Laitteet, jotka tuottavat kalliimpia tuotteita, kehittyvät nopeammin. Yhtälön 2.18 mukaan tuotteet, jotka käyttävät niukkaa tuotannontekijää ovat suhteellisesti kalliimpia, kun  $\sigma > 1$ . Tästä seuraa, että uudet innovaatiot parantavat suhteellisesti useammin niukan resurssin tuottavuutta. Tällöin 1970- ja 1980-luvuilla kannatti kehittää suhteellisesti enemmän taitamatonta työvoimaa hyödyntäviä teknologioita.
2. Markkinaosuusvaikutus: Uutta laitetta  $N$  käyttää joko taitava tai taitamaton työvoima. Laitteen markkinakoko määrittyy suhteellisen työllisyyden perusteella. Toisin sanoen, laitteen markkinakoon vaikutus kannustaa kehittämään ei-niukkaa tuotannontekijää hyödyntäviä teknologioita. Näin ollen 1970- ja 1980-luvuilla kannatti kehittää suhteellisesti enemmän taitavaa työvoimaa hyödyntäviä teknologioita.

Uusien koneiden kehittäminen loppuu, kun innovaatioiden marginaalituotto on marginaalikustannus molemmilla sektoreilla. Tämä johtaa tasapainoon

$$\frac{p_h H}{p_l L} = 1, \quad (2.21)$$

jossa hintavaikutuksen ja markkinaosuusvaikutuksen täytyy tasapainottaa toisensa. Miten yhtälö 2.21 sitten toteutuu? Koska  $H/L$  on annettu lyhyellä aikavälillä, yhtälö pitää vain jos taitointensiivisen tuotteen suhteellinen hinta asettuu kohdalleen. Yhtälön 2.18 mukaan tämä tapahtuu vain jos  $N_h/N_l$  muuttuu. Näin ollen kyseisessä taloudessa taitovinoutuneen

teknisen muutoksen täytyy tasapainottaa työmarkkina. Yhdistämällä 2.18 ja 2.21 saadaan tasapainotaitovinoutuma

$$\frac{N_h}{N_l} = \frac{A_h}{A_l} = \left(\frac{H}{L}\right)^{\rho/(1-\rho)}. \quad (2.22)$$

Kun  $\rho > 0$  eli työntekijät ovat substituuotteja, markkinaosuusvaikutus dominoi hintavaikutuksen. Näin ollen taitojen suhteellisen tarjonnan kasvusta seuraa taitovinoutuneiden teknologioiden kasvu.<sup>10</sup> Toisin sanoen, SBTC:n takana ei ole eksogeeninen tietokoneista johtuva taitovinoutuma, vaan SBTC johtuu suhteellisen tarjonnan kasvusta. Mielestäni on hyödyllistä derivoida yhtälö kahteen kertaan  $H/L$ :n suhteen, jolloin havaitaan, että taitovinoutuma kiihtyy suhteellisen työllisyyden kasvaessa, kun  $0,5 < \rho < 1$  eli  $\sigma > 2$ .

Taitavan työvoiman palkka saadaan derivoimalla taitointensiivisen sektorin tuotannon arvo taitavan työvoiman työpanoksen suhteen. Taitamattoman työvoiman palkka saadaan vastaavasti. Yhdistämällä palkkapreemioon yhtälöt 2.18 ja 2.22 saadaan kyseisen talouden palkkapreemio

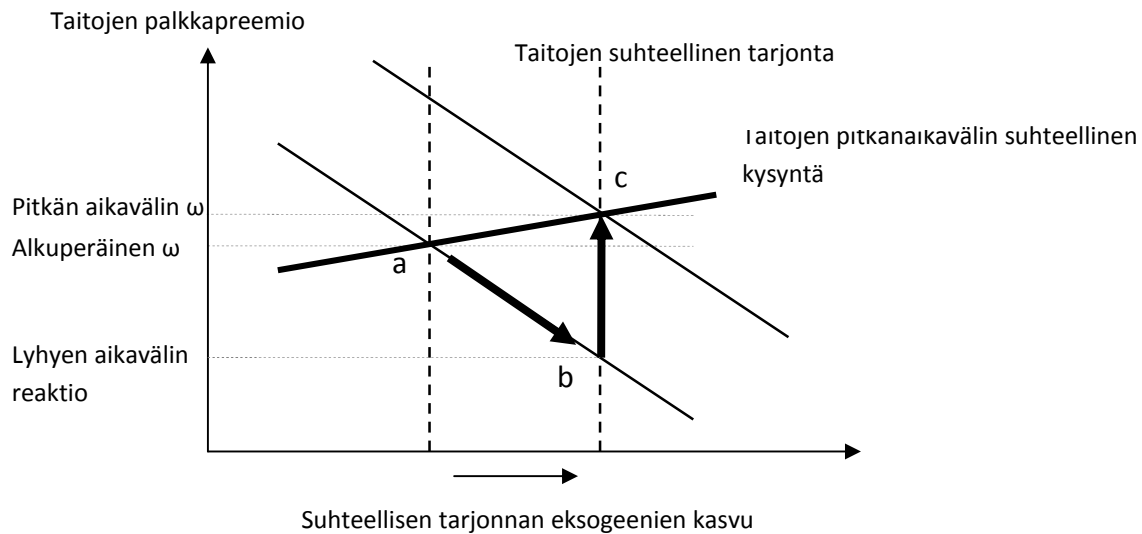
$$\omega = \frac{p_h N_h}{p_l N_l} = \left(\frac{H}{L}\right)^{(2\rho-1)/(1-\rho)} = \left(\frac{H}{L}\right)^{\sigma-2}. \quad (2.23)$$

Yhtälön tärkein tulos on, että kun  $\sigma > 2$ , taitojen palkkapreemio on suhteellisen tarjonnan kasvava funktio!<sup>11</sup> Syy palkkapreemion kasvuun on markkinaosuusvaikutus. Tämä on eksogeenisestä mallista täysin poikkeava lopputulos, koska yhtälön 2.8 perusteella palkkapreemio on aina suhteellisen tarjonnan laskeva funktio. Tuloksena pitkän aikavälin suhteellinen taitojen kysyntä on suhteellisen tarjonnan ylöspäin viettävä funktio. Tämä nähdään kuvasta 3.

<sup>10</sup> Nelson ja Phelps (1966) teorian mukaan korkeakoulutetut ihmiset ovat keskimääräistä parempia innovoijia. Heidän mukaan korkeakoulutettujen suhteellisen määrän kasvu nostaa yhteiskunnan henkisen pääoman tasoa, mikä nopeuttaa innovaatioiden määrän kasvua ja kiihdyttää teknologisen kehityksen vauhtia yleisesti.

<sup>11</sup> Tulos on tämän yksinkertaisen mallin ominaisuus eikä se yleisty moniulotteisempiin malleihin. Toisaalta  $\sigma > 2$  on empiirisesti mahdollista (Acemoglu 2002) ja esimerkiksi Card ja Lemieux (2001) estimoivat substituution jouston olleen 2,5 Yhdysvalloissa aikavälillä 1959-1995.

Yhtälöstä seuraa, että II Maailmansodasta asti jatkuneesta suhteellisen tarjonnan kasvusta on syntynyt endogeeninen voittokannuste kehittää aiempaa taitovinoutuneempia teknologioita. Näin ollen taitojen suhteellisen kysynnän kasvu on syrjäyttänyt tarjonnan kasvun ja talous on liikkunut ylöspäin viettävää taitojen kysyntäkäyrää pitkin. Tämä selittää miksi taitojen palkkapreemio on kasvanut 1950-luvulta lähtien.



Kuva 3. Taitojen pitkän aikavälin suhteellinen kysyntä, kun  $\sigma > 2$

Erityisen käyttökelpoiseksi teoria muodostuu, kun huomioidaan taitovinoutuneiden teknologioiden tasapainotilan,  $N_h/N_l$ , olevan verkkainen muuttuja. Muuttujan määrittää hidas uusien teknologioiden kehittäminen ja käyttöönotto. Ensin tarjonnan nopea eksogeeninen kasvu siirtää talouden tasapainotilaa oikealle pitkän annettua teknologiakäyrää ( $N_h/N_l$  vakio).<sup>12</sup> Näin ollen palkkapreemio laskee. Tämä substituutiovaikutus nähdään kuvasta 3 siirtymisenä pisteestä a pisteeseen b. Jonkin ajan kuluttua teknologia alkaa endogeenisesti sopeutua tarjonnan kasvuun ja talous liikkuu ylöspäin viettävälle pitkän

<sup>12</sup> Galor ja Moavin (2000) mukaan 1960-luvulla Yhdysvallat paransi opintolainajärjestelmää, jolloin 1960- ja 1970-luvuilla korkeakoulutukseen hakeutui huomattavasti aiempaa enemmän opiskelijoita. Koska kyseessä oli suuri baby-boomers-kohortti, uudistuksen suhteellinen merkitys  $H/L$ :n kasvuun yhteiskunnassa oli huomattava. Myös samanaikaiset Vietnamin-sodan värväyslait lisäsivät korkeakoulutettuja, koska korkeakoulupaikka vapautti asevelvollisuudesta melkein sodan loppuun saakka. Tästä johtuen 1960-luvun lopulla miehet pysyivät korkeakoulussa normaalia pidempään, jolloin valmistuneiden määrä kasvoi huomattavasti 1970-luvulla (Acemoglu 1998.)

aikavälin kysyntäkäyrälle.<sup>13</sup> Samalla palkkapreemio nousee hyvin jyrkästi. Tämä nähdään kuvassa 3 siirtymisenä pisteestä b pisteeseen c.<sup>14</sup> Näin ollen endogeenisen taitovinoutuneen teknisen muutoksen teoria pystyy antamaan tulkinnan sekä palkkapreemion laskulle 1970-luvulla että laskua 1980-luvulla seuranneelle jyrkälle kasvulle. Lisäksi molemmat ilmiöt saadaan liitettyä merkittävästi kasvaneeseen taitojen suhteellisen tarjontaan.<sup>15</sup>

Toisin sanoen, kun taitojen suhteellinen tarjonta kasvaa, taitavan työvoiman kanssa komplementit tietokoneet tulevat suhteellisesti tuottavammiksi. Täten teknisen muutoksen taitovinoutuma kiihtyy.<sup>16</sup> Acemoglun (2002) mukaan tutkimus- ja kehitysmenoista aiempaa suurempi osa suuntautui teknologioiden kehittämiseen, jotka olivat eniten komplementteja taitavan työvoiman kanssa. Näin ollen kärjistettynä Vietnamin-sodan väräyslait ja suurten ikäluokkien aiempia kohortteja suurempi into ja taloudellinen mahdollisuus korkeakouluttautua, saivat aikaan tietokoneiden nopean kehittymisen!

Teorian avainominaisuus on, että korkeakoulutettujen suhteellisen tarjonnan kasvu aiheuttaa teknologioiden taitovinoutuman myös ilman, että pitkän aikavälin suhteellinen kysyntäkäyrä on ylöspäin viettävä. Myös silloin, kun  $1 < \sigma < 2$ , suhteellisen tarjonnan kasvu

---

<sup>13</sup> CRS-mallia realistisempi olisi kysyntäkäyrä, jonka toinen derivaatta olisi negatiivinen. Tämä kuvastaisi taitavan työvoiman laskevaa rajatuottavuutta, kun korkeakoulutettujen osuus työvoimasta lähenee yhtä.

<sup>14</sup> 1970-luvulla havaitun  $H/L$ :n voimakkaan kasvun kanssa samanaikaisesti palkkapreemio laski (Katz ja Murphy 1992). Havainto vastaa siirtymistä kuvassa pisteestä a pisteeseen b. 1980-luvulla palkkapreemio alkoi kasvaa hyvin voimakkaasti, vaikka samaan aikaan havaittiin tarjonnan merkittävä kasvu. Kuvassa tämä näkyy siirtymisenä pisteestä b pisteeseen c. Huolimatta taitavan työvoiman suhteellisen kustannuksen noususta yrityksille, suurin osa toimialoista palkkasi aiempaa suhteellisesti enemmän taitavaa työvoimaa. Nämä viittaavat siihen, että viimeistään 1980-luvulla havaittiin SBTC (Acemoglu 1998, 2002).

<sup>15</sup> Henkisen pääoman taso antaa vaihtoehtoisen näkökulman voittokannusteille miksi palkkapreemio laski 1970-luvulla ja nousi 1980-luvulla. Henkisen pääoman taso määrittyy korkeakoulutettujen tarjonnan perusteella. Ajatuksen mukaan 1970-luvulla taso oli liian alhainen, koska edeltävänä vuosikymmenenä ei ollut tarpeeksi korkeakoulutettuja. Tason noustessa teknologisen kasvun tulisi nopeutua. Teknologisesta kasvusta seuraava taitojen suhteellisen kysynnän kasvu kuitenkin reagoi viiveellä, koska innovaatioiden muokkaaminen valmiiksi laitteiksi vie aikansa. Toisin sanoen, kesti hetken ennen kuin SBTC oli tasolla, jolla kaikki korkeakoulutetut saatiin hyödynnettyä entiseen tapaan uudessa tietokoneistuvassa yhteiskunnassa (Galor ja Moav 2000.) Ajatus vaatii, että teknologinen kasvu nopeutui 1980-luvulta alkaen, minkä vastaisia todisteita Acemoglu (2002) esittää.

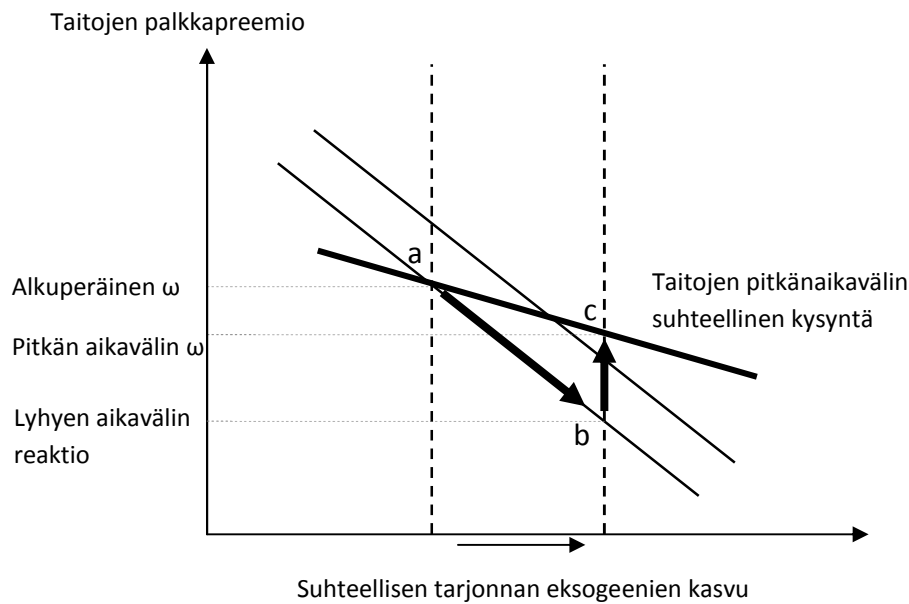
<sup>16</sup> Jos työmarkkinoille olisi tullut 1960- ja 1970-luvuilla aiempaa suurempi suhteellinen määrä taitamatonta työvoimaa, olisivat teorian mukaan mikrosirua hyödyntävät keksinnöt pyrkineet kasvattamaan taitamattoman työvoiman suhteellista tuottavuutta. Toisin sanoen, uudet teknologiat olisivat olleet komplementteja taitamattoman työvoiman kanssa ja palkkapreemio olisi laskenut. Näin ollen tekninen kehitys olisi ollut taitoja tuhoavaa, kun  $\sigma > 1$ . Galor ja Moavin (2000) mukaan pitkällä aikavälillä tekninen kehitys ei välttämättä ole taitovinoutunutta, vaan se voi olla myös taitoja tuhoavaa.

saa aikaan endogeenisen taitovinoutuneen teknisen muutoksen. Tilanteessa se ei kuitenkaan ole riittävän voimakas estämään palkkapreemiota putoamasta.

Kun  $1 < \sigma < 2$ , pitkän aikavälin kysyntäkäyrä viettää alaspäin. Tällöin myös 1970- ja 1980-lukujen tulkinnot ovat erilaiset. Ensin suhteellisen tarjonnan suuri kasvu siirtää taas talouden jyrkästi alaspäin viettävää vakioteknologian kysyntäkäyrää pitkin. Tämä nähdään kuvasta 4 siirtymisenä pisteestä a pisteeseen b. Nyt teknologian reaktio siirtää talouden lyhyenaikavälin kysyntäkäyrää loivemmalle alaspäin viettävälle pitkän aikavälin kysyntäkäyrälle. Samalla palkkapreemio nousee, mutta nousu ei ole yhtä suuri kuin aiemmassa kuvassa. Kuvassa 4 tämä näkyy siirtymisenä pisteestä b pisteeseen c. Tässä tilanteessa endogeenisen lisäksi tarvitaankin eksogeeninen taitovinoutunut tekninen muutos, jotta palkkapreemio nousisi alkuperäisen tasonsa yläpuolelle. Näin ollen endo- ja eksogeeninen SBTC yhdessä pystyvät selittämään miksi koulutuksen palkkapreemio on kasvanut II Maailmansodan jälkeen.<sup>17</sup>

---

<sup>17</sup> Galor ja Moav (2000) ehdottavat, että palkkaero käyttäytyi 1900-luvulla syklisesti, huolimatta taitavan työvoiman monotonisesta lisääntymisestä. Galor ja Tsiddon (1997) ehdottavat syklisyyden johtuvan teknologisen kehityksen syklisestä luonteesta: keksinnöistä seuraa innovaatio, joka implementoidaan viiveellä. Näin ollen suhteellinen kysyntä kasvaa vasta teknologian käyttöönoton aikana. Galor ja Moavin (2000) mukaan syklisyys johtuu institutionaalisista tekijöistä: ensin taitojen suhteellinen tarjonta kasvaa institutionaalisista tekijöistä johtuen. Tämä keskeyttää palkkapreemion kasvun ja palkkapreemio voi jopa laskea. Suhteellisen tarjonnan kasvu vauhdittaa taitovinoutunutta teknistä muutosta mahdollistaen taas suhteellisen kysynnän kasvun. Tästä seuraa palkkapreemion nousu. Näin ollen palkkapreemio käyttäytyisi syklisesti.



Kuva 4. Taitojen pitkän aikavälin suhteellinen kysyntä, kun  $1 < \sigma < 2$

Eksogeenista ja endogeenista taitovinoutunutta teknistä muutosta on vaikea erottaa toisistaan. Eksogeenisen teknisen muutoksen teoria olettaa, että tekninen muutos on usein taitovinoutunutta. Endogeenisen teknisen muutoksen teoria sen sijaan olettaa, että uusien teknologioiden tulisi olla taitovinoutuneita vain kun taitojen suhteellinen tarjonta kasvaa. Koska taitojen suhteellinen tarjonta on kasvanut noin 100 vuotta, molempien teorioiden johtopäätökset ovat melko samanlaisia.

Endogeenisen teorian avainominaisuus on, että se tekee melko tiukkoja ennustuksia teknisen muutoksen tulevasta kehityksestä. Eksogeenisen taitovinoutuneen teknisen muutoksen teoriassa ei ole selkeää syytä odottaa jatkuvaa uusien teknologioiden taitovinoutuman kiihtymistä tai hidastumista. Sen sijaan endogeenisessä teoriassa teknisen muutoksen tuleva suunta on tarkasti sidottu taitojen suhteellisen määrän kehitykseen. Jos taitojen suhteellinen tarjonta jatkaa kasvamistaan, tulee meidän odottaa yhä

taitovinoutuneempia teknologioita. Vastaavasti taitojen suhteellisen tarjonnan laskiessa, voidaan odottaa taitoja tuhoavia teknologioita.<sup>18</sup>

Galor ja Moavin (2000) mukaan lähes koko 1900-lukua on sen sijaan leimannut koulutettujen suhteellisen määrän nousu ja Autor, Katz ja Kruegerin (1998) tutkimuksen perusteella II Maailmansodan jälkeistä aikaa taitovinoutunut tekninen muutos. Endogeeninen taitovinoutunut tekninen muutos pystyykin selittämään eksogeenista paremmin pitkän aikavälin muutokset.

Lisäksi eksogeenisen SBTC:n ongelma oli 1980-luvulla havaittu TFP:n kasvun hidastuminen. Koska endogeenisen teknologian malli asettaa fokuksen siihen, minkä tyyppistä teknologiaa kehitetään, se ei ole epäkonsistentti 1970-luvulta alkaneen TFP:n hidastumisen kanssa. Endogeeninen taitovinoutunut tekninen muutos ei edellytä nopeampaa teknistä kokonaiskasvua.

### 2.3.2 TAITOVINOUTUMAN VAIKUTUS TAITOJEN SUHTEELLISEEN TARJONTAAN

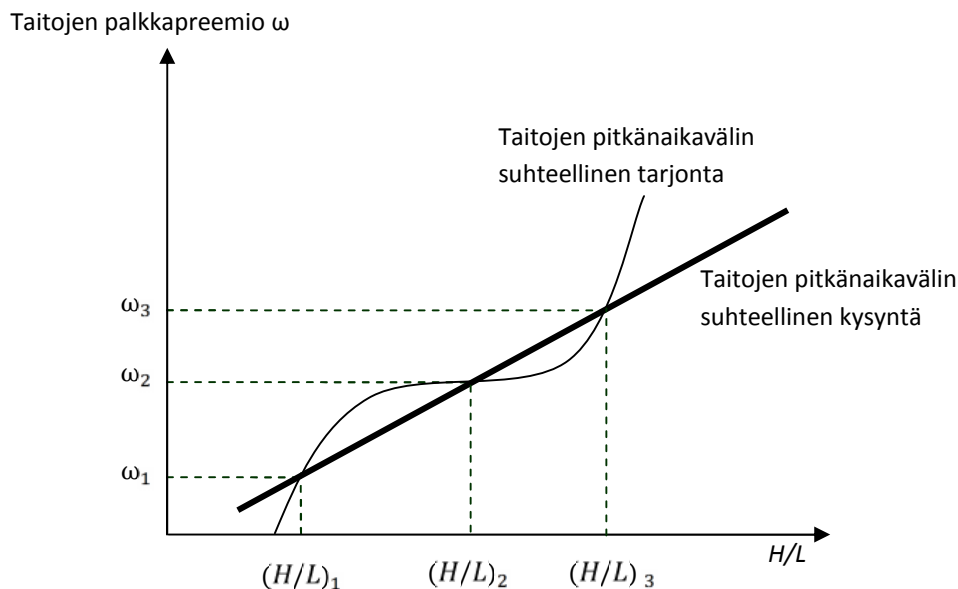
Tähän mennessä taitojen suhteellinen tarjonta oletettiin eksogeeniseksi. Seuraavaksi käsittelen miten taitojen suhteellinen tarjonta reagoi endogeenisesti teknologiaan. Luonnollisesti suhteellinen tarjonta reagoi taloudellisiin kannustimiin. Suurempi osa työntekijöistä hankkii korkeakoulutuksen, kun palkkapreemio on korkeampi. Oletetaan suhteellisen tarjonnan olevan palkkapreemion nouseva funktio. Edellisessä kappaleessa osoitettiin, että taitojen pitkän aikavälin kysyntäkäyrä on nouseva, kun  $\sigma > 2$ . Tällöin saadaan tasapainopolku, jossa sekä taitojen suhteellinen tarjonta että palkkapreemio nousevat yhdessä yli ajan.

---

<sup>18</sup> Näin tapahtui 1800-luvulla Englannissa. Talonpoikien maiden uusjaosta aiheutui valtava määrä maattomaksi joutuneita kiertolaisia. Toisin sanoen, taitamattoman työvoiman suhteellinen tarjonta kasvoi räjähdysmäisesti. Voittokannustimen ansiosta uusi teknologia ja innovaatiot keskittyivät tuotantomenetelmiin, jotka paransivat taitamattoman työvoiman suhteellista tuottavuutta. Toisin sanoen suhde  $A_h/A_l$ , tai vaihtoehtoisesti  $N_h/N_l$ , laski. 1800-luvun innovaatiot hyödynsivätkin taitamatonta työvoimaa tehtaissa massatuotannossa. Massatuotanto korvasi ajan taitavan työvoiman, käsityöläisten, tuotantoa laskien taitojen palkkapreemiota. Näin ollen 1800-luvun teknisen pääoman muodostus ei ollut taitoja suosivaa vaan taitoja tuhoavaa. Teknisen muutoksen suunta määrittyi näin ollen endogeenisesti tuotannontekijöiden kasvun perusteella eikä teknologia ole automaattisesti komplementti taitavan työvoiman kanssa (Goldin ja Katz 1998.)



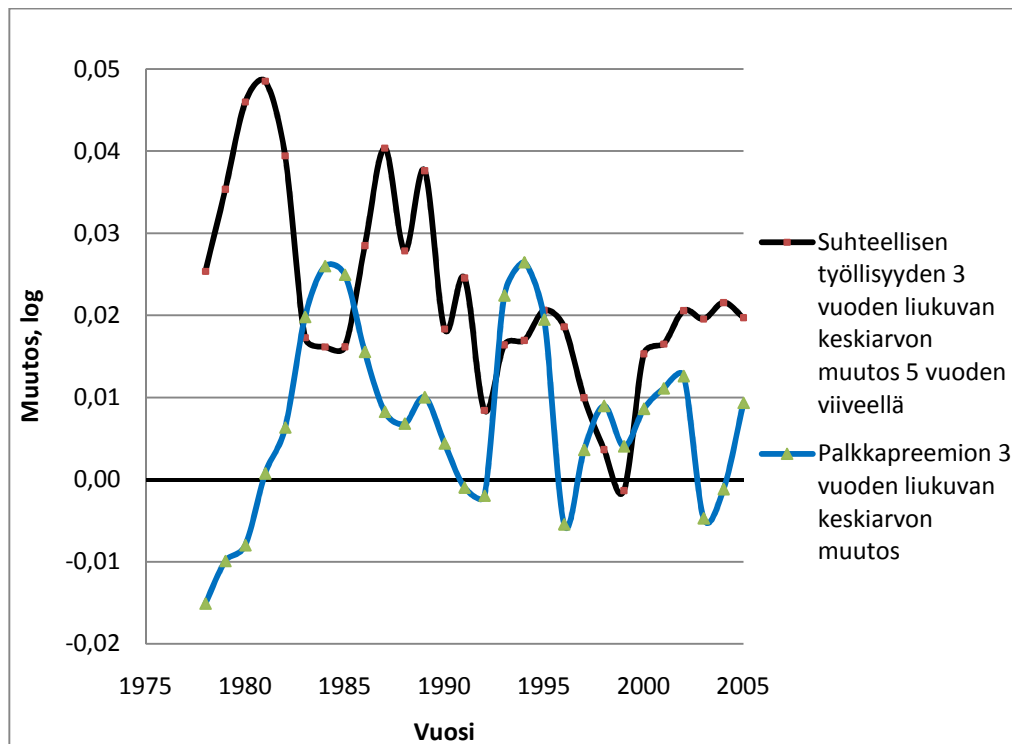
Tasapainosta saadaan mielenkiintoinen ketju: ensin eksogeenisestä korkeakoulutettujen suhteellisen tarjonnan kasvusta seuraa taitovinoutuman kiihtyminen, jolloin suhteellinen kysyntä kasvaa. Tästä seuraa palkkapreemion kasvu, joka kannustaa kouluttautumaan aiempaa useammin. Tällöin suhteellinen tarjonta taas kasvaa ja ketju alkaa uudestaan. Näin ollen endogeeninen taitovinoutunut tekninen muutos pystyy jatkumaan yli ajan uudestaan alkavan ketjun vuoksi.<sup>19</sup> Kuvasta 5 nähdään kuinka eksogeenisestä taitojen kysyntäsoikeista seuraa palkkapreemion kasvu, josta aiheutuu viiveellä  $H/L$ :n kasvu. Tästä seuraa viiveellä SBTC:n sekä palkkapreemion kasvun kiihtyminen (ks. formaali käsittely Acemoglussa [1998]).



Kuva 5. Endogeenisten taitojen tasapainokasvupolku, kun  $\sigma > 2$

Alla olevassa kuvassa 6 oletetaan, että muutos suhteen  $H/L$  3 vuoden liukuvassa keskiarvossa vaikuttaa 5 vuoden viiveellä endogeenisen SBTC:n kautta palkkapreemioon. Korrelaatio ei ole täydellinen, mutta näin voidaan mahdollisesti tavoittaa osa ilmiöstä.

<sup>19</sup> Jos jossain yhteiskunnassa palkkapreemio pysyy vakiona tai laskee, korkeakoulutautumisen houkuttelevuus investointina ei kasva. Näin ollen korkeakoulutettujen suhteellisen osuuden pitäisi pysyä ennallaan. Jos kuitenkin palkkaosuus kasvaa ja palkkapreemio pysyy vakiona tai laskee, on korkeakoulutettujen suhteellisen tarjonnan täytynyt kasvaa. Näin ollen korkeakoulutautumisen houkuttelevuus investointina on kasvanut muista tekijöistä kuin palkkapreemiosta johtuen. Tällaisia tekijöitä voi olla mm. opintolainojen halpeneminen, muiden sosiaalisten etuuksien parantuminen tai korkeakoulutettujen suhteellisen statuksen arvostuksen kasvu. Esimerkiksi Suomessa havaitaan vastaava kehitys (omat laskelmat EU KLEMS:stä)



Kuva 6. Palkkapreemion muutos ja suhteellisen työllisyyden muutos 5 vuoden viiveellä Yhdysvalloissa vuosina 1970-2005

Lähde: EU KLEMS

Teknisen kehityksen suunta ei siten ole neutraali, kuten Solow'n kasvuteoria kertoo. Teknologiaan perustuvien lähestymistapojen puute kuitenkin on, etteivät ne automaattisesti selitä taitamattoman työvoiman tasaista tai putoavaa palkkakehitystä Yhdysvalloissa (Acemoglu 2002). Taitavan työvoiman suhteellisen tarjonnan kasvusta seuraa yhtälön 2.4 mukaan taitamattomien työntekijöiden palkkojen kasvu ja yhtälön 2.10 perusteella talouden keskimääräinen palkka nousee. Kaikkien palkkojen tulisi myös nousta taitavien työntekijöiden tuottavuuden,  $A_h$ , kasvaessa. Kuitenkin 1970-luvulta lähtien taitamattomien työntekijöiden reaali-palkat ovat laskeneet, kun taas aiempina kolmena vuosikymmenenä reaali-palkat kasvoivat tasaisesti. Endogeeninen SBTC ennustaa, ettei taitamattoman työvoiman käyttämiä teknologioita,  $N_l$ , kehitetä, koska taitovinoutuneet innovaatiot ovat tuottavimpia. Kuitenkin tässä tapauksessa taitamattoman työvoiman palkkojen pitäisi pysyä ennallaan tai nousta hitaasti, eikä pudota.

Galor ja Moav (2000) tarjoavat tähän selityksen. Heidän mallinsa mukaan nopeampi teknologinen muutos luo ”eroosio-vaikutuksen”, joka laskee taitamattoman työvoiman suhteellista tuottavuutta. Myös taitamattoman työvoiman käyttämän pääoman taso voi laskea yritysten reagoidessa teknologian kehittymiseen. Tällöin taitamattoman työvoiman suhteellinen tuottavuus ja palkka laskevat (Acemoglu 2002.)

Suhteelliset palkat muuttuvat myös tuotannon organisoimisesta ja työmarkkinainstituutioista johtuen. Ajatus ei ole uusi, sillä jo Karl Marx kirjoitti ”Käsi­käyt­toiset myllyt luovat feodaaliherrojen yhteiskunnan, kun taas höyrymyllyt luovat teollisten kapitalistien yhteiskunnan.” Yritysten organisaatioiden muuttuminen<sup>20</sup>, muutokset työmarkkinainstituutioissa (erityisesti ammattiliittojen vallan väheneminen) ja kansainvälisen kaupan ja teknisen muutoksen interaktio ovat voineet laskea taitamattoman työvoiman palkkaa.

Ammattiliittojen vallan väheneminen laskee taitamattoman työvoiman neuvotteluvaltaa (DiNardo, Fortin ja Lemieux 1996). Kehittyvien maiden kanssa käytävä kauppa nostaa taitamattoman työvoiman efektiivistä tarjontaa ja painaa taitamattoman työvoiman marginaalituottavuutta alaspäin Yhdysvalloissa (Burtless 1995). Nämä tekijät voivat selittää taitamattoman työvoiman laskeneet reaali­palkat. Acemoglu (2002) kuitenkin osoittaa, etteivät nämä tekijät itsessään ole pääasiallinen palkkaerojen kasvun syy. Sen sijaan niistä on tullut merkittävä tekijä vain vuorovaikutuksella teknisen kasvun kanssa ja ne ovat korostaneet taitovirtoutuneen teknisen muutoksen suoraa vaikutusta palkkapreemion nousuun.

---

<sup>20</sup> Kun yritykset ovat ottaneet käyttöön tietokonejärjestelmät ja verkkoteknologiat, useimmat yritykset ovat samalla uudelleenorganisoineet työpaikat ja ottaneet käyttöön joustavammat organisatoriset välineet. Aiempaa matalammat organisaatiot ja monipuolisemmat työtehtävät ovat korvanneet aiemmin rutiinityöntekijöiden tekemiä työtehtäviä. Näin ollen rutiinityöntekijöitä ei enää tarvittu yhtä paljon kuin ennen. Innovatiiviset työpaikkakäytännöt voivatkin vaikuttaa samoin kuin informaatioteknologiat taitavien ja taitamattomien työntekijöiden kysyntään (Aubert, Caroli ja Roger 2006.)

### 2.3.3 TYÖMARKKINAINSTITUUTIOIDEN VAIKUTUS ERI MAISSA

Jos yhdessä kehittyneessä maassa havaittava taitovinoutunut tekninen muutos, täytyy se näkyä myös muissa kehittyneissä maissa (Berman, Bound ja Machin [1998] ja Kramarz [1999]). Kansainväliset vertailut ovat hyvin tehokas keino eriteltäessä tekijöitä, jotka vaikuttavat kaikissa maissa samoin (SBTC) tekijöistä, joiden vaikutus on maakohtainen (sosiaaliset normit ja instituutiot) (Lemieux 2008). Tarkasteltaessa maita ristikkäin törmätään ongelmaan miksi palkkaero kasvoi joissain maissa huomattavasti enemmän kuin toisissa. Monissa kehittyneissä ja kehittyvissä maissa on ollut tendenssi kohti suurempaa palkkaeroa (Berman, Bound ja Machin 1998). Sen sijaan Ranskan ja Yhdysvaltojen välillä on ollut merkittäviä eroja suhteellisten palkkojen ja työllisyyden kehityksessä (Card, Kramarz ja Lemieux 1999). Instituutioiden muuttunutta asemaa palkanasetannassa on ehdotettu selitykseksi kehittyneiden maiden välisille eroille.

Oletetaan, että kehittyneisiin maihin kohdistui identtinen kysyntäsokki, joka johtui taitovinoutuneesta teknisestä muutoksesta. Krugman-hypoteesin mukaan palkkaero ei kasvanut Euroopassa yhtä paljon kuin Yhdysvalloissa, koska Euroopassa työmarkkinainstituutiot kompressoivat palkkoja. Seurauksena Euroopassa palkkaerot kasvavat vähemmän kuin Yhdysvalloissa. Tästä seuraa taitamattoman työvoiman työttömyyden kasvu Euroopassa (Krugman ja Venables 1995.)<sup>21</sup>

Instituutioiden vaikutuksen huomioivassa mallissa kilpailulliset yritykset ovat aina suhteellisella kysyntäkäyrällään olettaen, että työmarkkinainstituutiot asettavat eksogeenisen taitojen palkkapreemion  $\varpi = \omega_H/\omega_L$ . Tästä seuraa

$$\frac{H}{l} = \left( \frac{A_h}{A_l} \right)^{\rho/(1-\rho)} \varpi^{-1/(1-\rho)}, \quad (2.24)$$

jossa taitamattoman työvoiman työllisyys,  $l$ , on yleisesti pienempi kuin tarjonta,  $L$ , tasapainoa korkeamman palkan vuoksi. Mitä matalampi palkkapreemio (pienempi  $\varpi$ ), sitä

---

<sup>21</sup> Liitteessä 3 Työmarkkinoiden palkkajäykkyys on Card, Kramarz ja Lemieux'n (1999) jäykkyyttä kuvaava malli.

suurempi on taitamattoman työvoiman työttömyys  $L - l$ . Acemoglun (2002) mukaan palkkaerot ovat Euroopassa keinotekoisien alhaalla. Suurin ero kokonaispalkkaerossa Euroopan ja Yhdysvaltojen välillä ei ole 90-50 differentiaalissa vaan 50-10 differentiaalissa. Tästä voidaan päätellä, että korkea minimipalkka, vahvat ammattiliitot ja avokätiset tulonsiirrot ovat osittain syynä matalaan palkkapreemioon Euroopassa.

Krugman-hypoteesi ajautuu kahteen ongelmaan. Ensinnäkin, jolleivät työmarkkinainstituutiot ole erittäin jäykkiä ja aseta palkkapreemiota eksogeenisesti, taitovinoutuneen teknisen muutoksen tulisi kasvattaa palkkapreemiota huolimatta eksogeenisesti asetetusta palkkakontrollista. Monessa Euroopan maassa palkkaero kuitenkin pysyi pitkälti ennallaan. Toiseksi hypoteesi olettaa eksplisiittisesti, että yritysten voittoa maksimoivan työllistämispäätöksen tulisi johtaa taitamattoman työvoiman työttömyyden kasvuun verrattuna taitavaan työvoimaan. Lisäksi taitamattoman työvoiman työllisyyden tulisi jopa laskea taitovinoutuneesta teknisestä muutoksesta johtuen Euroopassa. Kuitenkin Euroopassa taitavan ja taitamattoman työvoiman työttömyydet kasvoivat yhdessä (Acemoglu 2002) eikä taitamattoman työvoiman työllisyys kasvanut Yhdysvalloissa Eurooppaa nopeammin (Card, Kramarz ja Lemieux 1999).

Maiden välisten erojen syy voi olla työmarkkinainstituutioiden vaikutus teknologioiden valintaan. Erityisesti eurooppalaiset työmarkkinainstituutiot madaltaessaan palkkaeroja antavat suuremman kannusteen ottaa käyttöön taitamattoman työvoiman kanssa komplementteja teknologioita. Tämä kompressoii palkkoja entisestään. Tätä voidaan mallintaa endogeenisen taitovinoutuneen teknisen muutoksen mukaisella teorialla, joka ottaa eksogeenista Krugman-hypoteesia laajemmin instituutioiden roolin huomioon.

Oletetaan taitavan työvoiman tuottavuuden olevan  $A_h = a\eta$  ja taitamattoman  $A_l = a$ .  $a$  mittaa käytettyä kokonaisteknologiaa ja  $\eta > 1$ . Palkat muodostuvat osuutena ylijäämästä (rent sharing), paitsi kun minimipalkka on sitova. Toisin sanoen,  $\omega_j = \min \{\beta A_j, \bar{\omega}\}$ , jossa  $j=l$  tai  $h$ .  $\beta$  on työntekijän osuus ylijäämän jaosta. Teknologian päivittämisen kustannus ei ole mukana palkkayhtälössä, koska ylijäämän jako tapahtuu uponneiden teknologian kustannusten jälkeen. Jotta hahmotetaan palkkakompression vaikutus, oletetaan minimipalkka sitovaksi taitamattomalle työvoimalle Euroopassa. Nyt voidaan keskittyä

teknologian käyttöönottopäätökseen. Yritykset voivat tuottaa joko olemassa olevalla teknologialla  $a$  tai päivittää teknologiansa parempaan teknologiaan  $a' = a + \alpha$  kustannuksella  $\gamma$ . Taitointensiivisen teknologian päivityksestä saatava voitto yritykselle on

$(1 - \beta)\alpha\eta - \gamma$  sekä Euroopassa että Yhdysvalloissa. Näin ollen uusi taitointensiivinen teknologia otetaan käyttöön, kun

$$\gamma \leq \gamma^S \equiv (1 - \beta)\alpha\eta.$$

Rajoitteessa on seuraava pitävyysongelma. Taitovinoutuneen teknologian päivittämisen kannattavuus laskee, koska kasvaneesta tuottavuudesta menee työvoimalle osa  $\beta$  ylijäämän jaon seurauksena.

Seuraavaksi nähdään mallin tärkein ominaisuus. Kannuste kehittää taitamattoman työvoiman käyttämiä teknologioita eroavat Yhdysvalloissa ja Euroopassa. Yhdysvalloissa teknologian päivityksestä saatava voitto on  $(1 - \beta)\alpha - \gamma$ . Näin ollen uusi taitamattoman työvoiman teknologia otetaan käyttöön, jos

$$\gamma \leq \gamma^U \equiv (1 - \beta)\alpha.$$

Selkeästi  $\gamma^U < \gamma^S$ , koska  $\eta > 1$ . Näin ollen uusien taitointensiivisten teknologioiden käyttöönotto on tuottavinta.

Mielenkiintoisesti taitamatonta työvoimaa hyödyntävien teknologioiden kehittämisen ja käyttöönoton tuotot poikkeavat Euroopassa Yhdysvalloista. Syy tähän on minimipalkan sitovuus Euroopassa taitamattomalle työvoimalle. Yksinkertaistettuna voidaan olettaa, että vielä uuden teknologian käyttöönoton jälkeen minimipalkka on sitova. Toisin sanoen,  $\omega > \beta(A + \alpha)$ . Näin ollen ylijäämän jakosuhde ei vaikuta palkkaan. Nyt voitto uuden taitamatonta työvoimaa hyödyntävän teknologian käyttöönotosta Euroopassa on  $\alpha - \gamma$ . Yritykset päivittävät teknologian, jos  $\gamma < \alpha$ . Koska  $\gamma^U < \alpha$ , Euroopassa on Yhdysvaltoja suurempi voittokannuste kehittää taitamatonta työvoimaa hyödyntäviä teknologioita. Tämä johtuu siitä, että Euroopassa sitovan minimipalkan vuoksi yritys saa kokonaan hedelmät työntekijän parantuneesta tuottavuudesta. Näin ollen taloudessa, jossa havaitaan

palkkakompressio, yrityksillä voi olla suurempi kannuste kehittää taitamattoman työvoiman tuottavuutta parantavia teknologioita, kuin taloudessa, jossa ei havaita palkkakompressiota.

Niin kauan kuin teknologian päivittämisen kustannus  $\gamma < \gamma^U$ , yritykset kehittävät sekä taitavan että taitamattoman työvoiman teknologiaa Euroopassa ja Yhdysvalloissa. Tässä tapauksessa maiden välisten palkkaerojen tulisi pysyä ennallaan. Acemoglun (2002) mukaan tämä vastaa 1950- ja 1960-lukujen tilanteita. Jos  $\gamma$  puolestaan on korkea, taloudet voivat eriytyä. Tilanne vastaa 1980-lukua, jolloin tekniset parannukset olivat kalliita. Esimerkiksi jos  $\gamma \in (\gamma^U, \alpha)$ , uudet taitamattoman työvoiman teknologiat otetaan käyttöön Euroopassa, muttei Yhdysvalloissa. Seurauksena palkkaero kasvaa Yhdysvalloissa, mutta pysyy ennallaan Euroopassa. Näin ollen saadaan mahdollinen selitys maiden välisille eroille: palkkakompressio kannustaa käyttämään kehittyneempiä teknologioita taitamattoman työvoiman kanssa vahvistaen itse itseään Euroopassa. Yhdysvalloissa puolestaan tekninen kehitys voi vahingoittaa taitamattoman työvoiman palkkoja, joita palkkakompressio ei suojele.

Seuraavissa osioissa tutkin tarkemmin mitä maissa todella tapahtui ja miten ekso- ja endogeeninen SBTC pystyvät selittämään muutokset. Ensin analysoin ekonometrisiä tutkimuksia palkkarakenteen muutoksesta Yhdysvalloissa, sitten kehittyneissä maissa yleisesti ja lopuksi Ranskassa.

### 3. TAITOVINOUTUNUT TEKNINEN MUUTOS YHDYSVALLOISSA

Edellisessä osiossa käsitelty teoria pohjaa pääasiassa tutkimustuloksille Yhdysvalloista. Palkkarakenteen muutosta onkin tutkittu ylivoimaisesti kattavimmin Yhdysvaltoja käsittelevällä aineistolla. Näin ollen on luontevaa käydä ensin läpi Yhdysvaltojen tulokset ja tutkia noudattavatko tulokset taitovinoutuneen teknisen muutoksen teoriaa. Tämän jälkeen seuraavissa osioissa voidaan tutkia miten muiden kehittyneiden maiden palkkarakenne on muuttunut ja ovatko tulokset ristiriidassa Yhdysvaltojen tulosten kanssa SBTC:n näkökulmasta.

Tässä osiossa analysoin Yhdysvaltoja käsittelevät ekonometriset tutkimukset. Ensinnäkin käyn läpi miten taitojen suhteellinen tarjonta on kehittynyt. Tämän jälkeen tutkin miten suhteellinen palkkarakenne ja kysyntä ovat muuttuneet. Pyrin ensisijaisesti selvittämään tutkimuksista miten korkeakoulutettujen suhteellinen asema verrattuna 2. asteen koulutettuihin on muuttunut. Jos tämä ei ole mahdollista, käytän kulloisessakin tilanteessa seuraavaksi parasta vertailukohtaa. Analysoin miten taitovinotutunut tekninen muutos pystyy selittämään havaitut muutokset. Käsiteltävän aiheen lisäksi jaan ekonometrisen tarkastelun tutkimusten aineistotyyppien mukaan.

### 3.1 TAITOJEN SUHTEELLISEN TARJONNAN KEHITYS

Ensinnäkin tutkin mitä taitojen suhteellisen tarjonnan kehityksestä voidaan sanoa paneeliaineistoilla. Toiseksi analysoin paneeli- ja poikkileikkausaineistoja ala- ja tietokonesoluksi yhdistelevät tutkimukset.

#### 3.1.1 TODISTEET PANEELIAINEISTOSTA

Katz ja Murphyn (1992) tutkimus oli urauurtava palkkarakenteen muutoksen tutkimuksessa. He tutkivat korkeakoulutettujen kysynnän ja tarjonnan vaikutuksia korkeakoulutuksen palkkapreemioon Yhdysvalloissa ajanjaksolla 1963–1987. Analyysi pohjaa yksilöaineistoon, joka tulee March Current Population Surveyistä (March CPS) 25 peräkkäiseltä vuodelta.<sup>22</sup>

March CPS ei sisällä tarkastelluilta vuosilta tietoa korkeimmasta suoritetusta tutkinnosta, joten Katz ja Murphy arvioivat koulutustasoa koulutusvuosien perusteella. Toisen asteen koulutetut  $L$  määritellään työllisinä, joilla on tasan 12 vuotta koulutusta. Kolmannen asteen

---

<sup>22</sup> Työn tarjontaa mitataan kyselyvuotta edeltävänä vuonna tehdyillä työviikoilla. Tutkijat tarkastelivat täyspäiväisiä työntekijöitä. Itsenäiset elinkeinonharjoittajat ja palkatta työskentelevät jätettiin aineistosta pois. Myös työntekijät, jotka ansaitsivat alle puolet 40-tuntista työviikkoa tekevän työntekijän reaalista minimipalkasta, jätettiin pois. Tutkimalla vain täyspäiväisiä työntekijöitä yksilön työn tarjonnan päätös ei vaikuta tuloksiin vääristävästi. Tulokset eivät ole hyvin herkkiä poisjätettyjen tekijöiden suhteen (Katz ja Murphy 1992.) Tutkimalla vain osaa työvoimasta menetetään toisaalta yleistettävyyys koko työvoimaan, koska mukana ei ole aiempien ryhmien lisäksi esimerkiksi työttömiä.



koulutetut ovat taitava työvoima  $H$ . Taitava työvoima määritellään työllisinä, joilla on vähintään 16 vuotta koulutusta.<sup>23</sup>

Korkeakoulutettujen tekemien työtuntien osuus yhteiskunnassa kasvoi 13,0 26,3 prosenttiin vuosina 1963-1987. Samaan aikaan korkeakoulutettujen suhteellinen tarjonta verrattuna toisen asteen koulutettuihin kasvoi 59,5 % (2,4 % p.a.).<sup>24</sup> Tämä hyvin merkittävä kehitys nähdään myös aiemmin esitellystä kuvasta 1. Korkeakoulutettujen suhteellisen tarjonnan kasvu kiihtyi 1970-luvulla huomattavasti ja hidastui sen jälkeen hieman.<sup>25</sup> 1970-luvun hyvin nopea kasvu selittyy aiemmin käsitellyillä institutionaalisilla tekijöillä. Endogeenisen teknologian teorian mukaan tästä tulisi seurata taitovinoutuneen teknisen muutoksen kiihtyminen joko 1970-luvulla tai viimeistään 1980-luvulla, kun  $\sigma > 1$ . Vaikutus nähdään yhtälöstä 2.23.

Seuraavaksi tutkijat tarttuivat kysymykseen miten suhteellisen työllisyyden lisääntyminen on jakautunut eri toimialojen sisällä ja välillä? Jaottelulla saadaan hyvin oleellista tietoa taitovinoutuneesta teknisestä muutoksesta. Alojen sisäisen työllisyyden kasvun tärkeä lähde on tuotannontekijävinoutunut tekninen muutos (mm. taitovinoutunut tekninen muutos). Toinen lähde on muiden tuotannontekijöiden kuin työvoiman suhteellisten hintojen muutos (kuten tietokoneet). Katz ja Murphy (1992) eivät oleta taitovinoutuman johtuvan suoraan tietokoneiden suhteellisesta halpenemisesta, vaan olettavat ilmiöiden olevan erillisiä. Kolmas lähde on ”ulkoistaminen” (matalan osaamisen työtehtävien siirtäminen maan ulkopuolelle).

Alojen välinen työllisyyden muutos voi johtua eri aloilla tuotettavien tuotteiden kysynnän muutoksesta. Toinen syy voi olla myös sektorikohtaiset erot tuotannontekijäneutraalin TFP:n kasvussa. Kolmas lähde voi olla muutokset kansainvälisessä kaupassa, mikä muuttaa kotimaisen tuotannon osuutta kokonaistuotannosta annetuilla hinnoilla.

---

<sup>23</sup> Ryhmän  $j$  tekemät työtunnit vuonna  $t$  nähdään yhtälöstä  $\sum_i h_{ijt} \omega_{ijt}$ , jossa  $i$  indeksoi yksilöt,  $h$  tehdyt vuosittaiset työtunnit ja  $\omega$  on CPS-otoksen paino. Ennen vuotta 1976 CPS-kyselyssä ei ollut edellisenä vuonna keskimäärin tehtyjä viikoittaisia työtunteja. Tutkijat mallintavat tätä käyttämällä kyselyviikolla tehtyjä työtunteja. Jos henkilö ei tehnyt työtä kyselyviikolla, tutkijat käyttivät edellisen viikon tehtyjä työtunteja.

<sup>24</sup> Katz ja Murphyn (1992) prosentuaaliset luvut ovat logaritminen muutos kerrottuna sadalla. Myös muiden tutkimusten prosentuaaliset muutokset ovat logaritmisia muutoksia kerrottuna sadalla, ellei toisin ilmoiteta.

<sup>25</sup> Aikavälillä 1963-1971 vuosittainen kasvu oli 1,3 %, välillä 1971-1979 3,6 % ja vuosina 1979-1987 2,6 %.

Katz ja Murphy jakoivat talouden 50 alaan ja 3 työnkuvaan ja käsittelivät näitä 150 alatyönkuva –solua sektoreina. Kysyntäindeksi mittaa koulutusryhmän kysynnän prosenttimuutosta painotettuna ryhmän työllisyyden kasvun keskiarvolla aloittain. Tässä tarkastelussa palkkapreemio oletetaan vakioksi, jolloin työllisyyden kasvu kertoo kysynnän kasvusta, kun  $\sigma = 1$ . Kahden tuotannontekijän tapauksessa kysyntäindeksi (ks. Katz ja Murphyn [1992] yhtälö 11) aliarvioi tästä syystä kysynnän kasvun ryhmille, joiden suhteellinen palkka nousee. Katz ja Murphyn tutkimuksen selkein puute onkin palkkamuuttujan oletaminen vakioksi kysynnän alakohtaisia muutoksia tarkasteltaessa. Ongelma korostuu entisestään, koska yhtälön 2.15 mukaan palkkapreemion muutos vaikuttaa kysynnän muutokseen suhteellisen työllisyyden muutosta enemmän, kun  $\sigma > 1$ . Informatiivisempaa olisikin ollut tarkastella palkkaosuuden kasvun jakautumista. Työllisyyden jakautuminen kertoo kuitenkin oleellisen osan ilmiöstä.

Kokonaiskysynnän ja alojen välisen kysynnän muutoksen tehokkuusyksikköinä solulle  $k$  mittaa yhtälö

$$\Delta X_k^d = \Delta D_k / E_k = \sum_j (E_{jk} / E_k) (\Delta E_j / E_j) = \sum_j \alpha_{jk} (\Delta E_j / E_k), \quad (3.1)$$

jossa  $\alpha_{jk}$  on ryhmän  $k$  keskimääräinen työllisyysosuus sektorilla  $j$  periodin 1967-1987 aikana,  $E_j$  sektorin  $j$  työllisyyden osuus kokonaistyöllisyydestä,  $E_k$  on ryhmän  $k$  keskimääräinen työllisyysosuus kokonaistyöllisyydestä ja  $E_{jk}$  on ryhmän  $k$  työllisyysosuus sektorilla  $j$  vuosina 1967-1987. Toisin sanoen, laskettaessa alakohtaiset muutokset yhtälöstä 3.1 oletetaan, ettei alojen sisällä tapahdu mitään muutosta. Alan sisäinen kysynnän muutos ryhmälle  $k$  vuonna  $t$ ,  $\Delta X_k^w$ , on näin ollen residuaali kokonaistyöllisyyden muutoksesta,  $\Delta X_k^d$ , vähennettynä alojen välisellä muutoksella ryhmälle  $k$  vuonna  $t$ ,  $\Delta X_k^b$ . Toisin sanoen,  $\Delta X_k^w = \Delta X_k^d - \Delta X_k^b$ .<sup>26</sup> Alojen sisäiset muutokset kertovat suhteellisen työllisyyden kehityksestä työnkuvien välillä alan sisällä.

Matalan teknologian teollisuudesta ja perusteollisuudesta merkittävä osa työllisyydestä siirtyi korkean osaamisen palveluihin vuosina 1967–1987.<sup>27</sup> Tästä seuraa

<sup>26</sup> Katz ja Murphyllä (1992) on vastaavassa yhtälössä virhe sivulla 61.

<sup>27</sup> Vuodet 1963-1966 on jätetty pois, koska alojen luokittelu ei ole verrannollinen vuosiin 1967-1987

korkeakoulutettujen suhteellisen kysynnän kasvu alojen välillä. Seuraavaksi Katz ja Murphy laskivat selittykö koko taitavan työvoiman suhteellinen lisääntyminen työmarkkinoilla taitointensiivisten alojen työllisyysosuuden kasvulla. He löysivät päinvastaisia todisteita. Korkeakoulutettujen työllisyysosuudet kasvoivat lähes jokaisella tutkitulla alalla vuodesta 1967 vuoteen 1987. Tämä osoittaa, että korkeakoulutettujen suhteellinen kysyntä on todennäköisesti kasvanut alojen sisällä. Myös alojen välinen muutos suhteellisessa kysynnässä on tärkeä tekijä selittämään suhteellisen työllisyyden muutosta.<sup>28</sup>

Suurin osa havaitusta suhteellisen työllisyyden kasvusta keskittyi alojen välille, mutta myös alojen sisällä nähtiin voimakasta taitojen suhteellisen tarjonnan kasvua. On erityisen kiinnostavaa, että alojen sisäinen taitojen tarjonnan kasvu kiihtyi joka aikavälinä päätyen 1980-luvulla lähes samaan kuin alojen välinen muutos. Alojen sisäinen suhteellisen tarjonnan kasvun kiihtyminen kertoo suorittavaa työtä tekevien työntekijöiden kiihtyvistä häviämisestä aloilla.<sup>29</sup> Kruegerin (1993) mukaan tietokoneiden yleistymisen työpaikoilla on tärkeä tekijä alojen sisäisen taitojen suhteellisen kysynnän kasvussa. Näin ollen saadaan todisteita sen puolesta, että tekninen muutos on mahdollisesti suosinut taitavaa työvoimaa.

### 3.1.2 TODISTEET ALA- JA TIETOKONESOLUISTA

Autor, Katz ja Krueger (1998) tutkivat Yhdysvaltojen työmarkkinoiden käyttäytymisen lisäksi miten tietokoneiden yleistymisen työpaikoilla pystyy selittämään suhteellisen työllisyyden ja palkan muutokset. Aineisto on vuosilta 1940-1996, jolloin saadaan lisäinformaatiota aikasarjan molemmista päistä verrattuna Katz ja Murphy:iin (1992). Aineisto koostuu kahdesta yksilöaineistosta: 1% Census Public Use Micro Samplesta (PUMS) vuosilta 1940, 1950, 1960, 1970, 1980 ja 1990<sup>30</sup> sekä CPS Merged Outgoing Rotation Group:sta (MORG)

---

<sup>28</sup> Aikavälillä 1967- 1971 suhteellinen työllisyys alojen välillä lisääntyi vuosittain 1,5 % ja väheni alojen sisällä 0,2 %. Vuosina 1971–1979 kasvu alojen välillä oli 0,9 % ja alojen sisällä 0,5 %. Vuosina 1979–1987 alojen välinen kasvu hidastui 0,8 prosenttiin, kun taas alojen sisäinen kasvu kiihtyi 0,8 % prosenttiin (Katz ja Murphy 1992.)

<sup>29</sup> Katz ja Murphy (1992) analysoivat myös miten kansainvälisen kaupan lisääntyminen selittää suhteellisen työllisyyden kehityksen. Kaupan muutosten vaikutus ei ollut merkittävä ennen 1980-lukua. 1980-luvulla vaihtotaseen alijäämän voimakas kasvu pystyi selittämään osan suhteellisen työllisyyden kasvusta. Merkitys oli kuitenkin melko pieni ottaen huomioon samanaikaisen suhteellisen tarjonnan massiivisen kasvun. Muiden alojen välisen ja sisäisen kysynnän kehityksen lähteiden analysointi jatkuu seuraavissa kappaleissa.

<sup>30</sup> Vuoden 1940 Census PUMS on ensimmäinen Yhdysvaltoja käsittelevä otos, jossa on tietoa sekä koulutuksesta että tuloista.

vuosilta 1980, 1990 ja 1996. Näin ollen 1960- ja 1970-lukujen luvut tulevat eri lähteestä kuin Katz ja Murphyllä. Aineistoista mitataan miten työvoiman palkan ja tarjonnan rakenne koulutustasoittain on kehittynyt Yhdysvalloissa.

Autor, Katz ja Kruegerin (1998) käsittelemät aineistot sisältävät 18-65-vuotiaat täyspäiväiset palkkaa saavat työntekijät sekä itsenäiset elinkeinonharjoittajat. Määrittely mahdollistaa paremman tulosten yleistettävyyden koko työvoimaan kuin Katz ja Murphyn määrittely. Autor, Katz ja Krueger määrittelevät koulutusmuuttajat samoin kuin Katz ja Murphy vanhemmille vuosille 1940-1990. Vuosille 1990 ja 1996 käytetään korkeinta suoritettua tutkintoa.<sup>31</sup>

Autor, Katz ja Krueger (1998) laskivat tehdyillä työtunneilla mitatun korkeakoulutettujen työllisyysosuuden koko työvoimasta kasvaneen vuodesta 1950 vuoteen 1996 yli kolminkertaiseksi. Osuus kasvoi 7,8 prosentista 28,3 prosenttiin. Heidän vuosikymmenitaiset tuloksensa ovat linjassa Katz ja Murphyn (1992) kanssa. Vuodesta 1990 vuoteen 1996 työllisyysosuuden kasvu hidastui entisestään ja kasvua kertyi enää 6,8 %.

Mitattuna tehdyillä työtunneilla korkeakoulutettujen suhteellinen tarjonta verrattuna lukion käyneisiin kasvoi aikavälillä 1950–1996 97,5 %. Tulokseen täytyy kuitenkin suhtautua varauksella, koska sekä koulutusmuuttuja että kyselyn rakenne ovat kuitenkin vaihtuneet aikavälillä. Näin ollen on hyödyllisempää tarkastella konsistentteja vuosikymmenitäisiä periodeja. 1960-1980-lukujen tulokset ovat linjassa aiemmin esiteltyjen Katz ja Murphyn (1992) tulosten kanssa, vaikka tarkasteluvuodet eivät ole identtiset ja ensimmäinen mittasi työviikkoja ja jälkimmäinen työtunteja. 1990-luvulla suhteellinen työllisyys kasvoi pitkälti samaa vauhtia kuin edeltävänä vuosikymmenenä.<sup>32</sup> Suhteellinen työllisyys kasvoi näin ollen jatkuvasti jokaisena tarkasteltuna ajanjaksona kiihtyen 1970-luvulla ja hidastuen 1980-luvulta alkaen. Asettamalla tulokset endogeenisen teknologian teoriaan saadaan seuraava

---

<sup>31</sup> Census-aineistossa muutettiin koulutusmuuttujaa vuonna 1990 ja CPS-aineistossa vuonna 1992. Tämä on otettu huomioon ja tarkasteltavat periodit ovat konsistentteja (1990-luvun aineiston käsittely on sama kuin liitteessä 2. EU KLEMS –aineisto). Vertailtavuuteen 1990-luvulla on kuitenkin syytä suhtautua varauksella aineistojen yhdenmukaisuuden puutteiden vuoksi. Puhuttaessa 1990-luvulla toisen asteen koulutetuista tarkoitetaan työntekijöitä, joilla on 2. asteen tutkinto, mutta ei yhtään vuotta 3. asteen koulutusta.

<sup>32</sup> 1960-luvulla vuosittainen kasvu oli 3,9 %, 1970- ja 1980-luvut ovat lähes identtiset aiemman tutkimuksen kanssa ja 1990-luvulla kasvu oli 2,7 % (1990 February CPS-1996 CPS MORG) (Autor, Katz ja Krueger 1998).

ennuste: taitovinoutunut tekninen muutos kiihtyy 1970- tai 1980-luvulla ja hidastuu joko 1980- tai 1990-luvulla, kun  $1 < \sigma < 2$ , ceteris paribus.

### 3.2 TAITOJEN PALKKAPREEMION JA SUHTEELLISEN KYSYNNÄN KEHITYS

Taitojen suhteellisen kysynnän kehitystä ei voida analysoida pelkän suhteellisen tarjonnan avulla, kun  $\sigma > 0$ . Tällöin tuotannontekijöiden hinnat vaikuttavat niiden käytön määrään tuotannossa. Yhdistämällä tähän mennessä saavutettuun tietämykseen suhteellisen tarjonnan kehityksestä tuotannontekijöiden suhteellisen hinnan muutos, voidaan tutkia miten taitojen suhteellinen kysyntä on kehittynyt. Korkeakoulutettujen suhteellisen hinnan, palkkapreemion, muutos saadaan selville laskemalla miten korkeakoulutettujen palkat ovat muuttuneet suhteessa 2. asteen koulutettujen palkkoihin. Ensinnäkin käsittelen mitä palkkapreemion ja suhteellisen kysynnän muutoksista voidaan sanoa paneeliaineistolla. Toiseksi käyn läpi todisteet ala-, tietokone- ja laitepääomasoluja analysoivista tutkimuksista.

#### 3.2.1 TODISTEET PANEELIAINEISTOSTA

Katz ja Murphy (1992) tutkivat myös suhteellisten palkkojen muutosta Yhdysvalloissa March CPS –aineistosta.<sup>33</sup> Solukohtainen palkkamuuttuja tutkijoilla on täysaikaisten työntekijöiden keskimääräinen viikkopalkka edeltävänä vuonna. He laskevat viikkopalkan jakamalla vuosipalkan tehdyillä työviikoilla. Menetelmän ongelma on, ettei viikkopalkkamuuttuja ota huomioon miten paljon työtunteja eri työvoimatyyppit tekevät viikossa. Jos korkeakoulutetut työskentelevät tunteina 2. asteen koulutettuja enemmän viikossa, tulokset voivat yliarvioida korkeakoulutettujen tuntipalkkapreemiota. Kun soluista agregoidaan palkkamuuttujia yhdistetyille soluille (esimerkiksi yhdistämällä tietyn koulutuksen saaneiden sukupuoli- ja kokemussolut yhdeksi koulutussoluksi), tutkijat käyttävät joka vuodelle samaa painoa. Paino on periodin 1963–1987 ryhmän työllisyysosuuden keskiarvo.

Katz ja Murphyn (1992) mukaan taitavien työntekijöiden reaalin viikkopalkka kasvoi 23,1 % (0,9 % p.a.) vuosina 1963–1987. Palkkapreemio kasvoi 9 % (0,4 % p.a.) samana aikana.

---

<sup>33</sup> Lemieux'n (2006) mukaan March CPS ei anna kovin tarkkoja mittauksia tuntipalkkaa saavien työntekijöiden palkoista. Näin ollen tulokset saattavat olla vääristyneitä.

Näin ollen palkkapreemio kasvoi ajanjaksolla merkittävästi, vaikka taitojen suhteellinen tarjonta kasvoi 59,5 %. Yhteiskunta on täten pystynyt hyödyntämään kasvaneen korkeakoulutettujen resurssin tehokkaasti ja korkeakoulutettujen suhteellinen rajatuottavuus on jatkanut kasvamistaan. Palkkapreemion kasvu suhteellisen työllisyyden kasvun aikana voi kertoa taitovinoutuneesta teknisestä kehityksestä, kun  $\sigma > 1$  (ks. yhtälö 2.7). Aiemmassa luvussa ennustettiin, että kasvaneesta taitojen suhteellisesta tarjonnasta seuraa endogeeninen taitovinoutunut tekninen muutos, kuten tapahtui.

Analyysi on suoraviivaista, jos palkkapreemio kasvaa jokaisena tarkasteluna ajanjaksona samanaikaisesti suhteellisen tarjonnan kasvun kanssa. Palkkapreemio ei kuitenkaan kasvanut 1970-luvulla, vaan laski voimakkaasti.<sup>34</sup> Täten herää kysymys ovatko vain 1960- ja 1980-luvut, joista jälkimmäisenä palkkapreemio kasvoi todella nopeasti, olleet taitovinoutuneita?<sup>35</sup> Eksogeenisen teorian mukaan myös 1970-luku saattoi kuitenkin olla taitovinoutunut: hyvin nopea suhteellisen tarjonnan kasvu voi aiheuttaa palkkapreemion laskun, vaikka tekninen kehitys olisi taitovinoutunutta (ks. kuva 2). Endogeenisen mallin mukaan taas taitovinoutuma kiihtyi viiveellä nimenomaan 1970-luvun voimakkaan suhteellisen työllisyyden kasvun vuoksi (ks. kuva 4). Jotta kysymykseen voidaan vastata, tarvitaan formaali suhteellisen tarjonnan ja palkan muutokset huomioiva malli.

Ennen formaalia mallia on tarpeen käsitellä miten palkkaerot kasvoivat eri soluissa. Katz ja Murphyn (1992) mukaan koulutus-, sukupuoli- ja kokemusryhmien väliset reaali-palkkojen muutokset selittävät vain kolmanneksen kokonaispalkkaeron kasvusta. Ryhmien sisällä onkin ollut merkittäviä eroja ei-mitattavissa taidoissa (ks. dynamiikka liitteestä 4 Koulutusryhmien sisäiset palkkaerot).<sup>36</sup> Ryhmät, joiden suhteellinen tarjonta kasvoi eniten, kokivat suurimman

---

<sup>34</sup> Vuosittainen muutos oli aikavälillä 1963–1971 1,1 %, välillä 1971–1979 -1,4 % ja vuosina 1979–1987 1,5 %.

<sup>35</sup> Palkkapreemion muutoksiin on kaksi selitystä. Ensimmäisen mukaan muutokset heijastavat 2. ja 3. asteen koulutettujen taitojen suhteellisen markkinahinnan kehitystä. Hinta perustuu suhteelliseen kysyntään ja tarjontaan. Vaihtoehtoinen selitys keskittyy kohorttien koulutuskomposition muutoksiin. Selityksen mukaan kohortin sisällä ei tapahdu palkkojen eriytymistä yli ajan. Katz ja Murphy löytävät samankaltaisia suhteellisten palkkojen muutoksia kohorteissa ja kokemustasoissa. Näin ollen vaihtoehtoinen selitys ei päde.

<sup>36</sup> Koulutusryhmien sisäinen palkkaero kasvoi vain käyttämällä aineistoa täysaikaisten miesten viikkopalkasta March CPS:stä. Tulosta ei saada tarkemmasta tuntipalkka-aineistosta May CPS:stä (DiNardo, Fortin ja Lemieux 1996). Nykyään vallitsee konsensus, jonka mukaan todellisuudessa koulutusryhmien sisäinen palkkaero ei kasvanut 1970-luvulla ja havaittu kasvu johtui aineiston väärästä käsittelystä. Ryhmien sisäinen palkkaeron kasvu on yksi SBTC:n pääperusteluista. Koska havaintoon on suhtauduttava äärimmäisellä varauksella, SBTC:n ylivertaisuus selittävänä teoriana kokee kolauksen (Lemieux 2008.)

suhteellisen palkan nousun. Tämä päti koko tarkastellun ajanjakson ja erityisen voimakkaasti 1980-luvulla. Katz ja Murphy päättelevät, että ryhmien sisäinen palkkaeron kasvu ja palkkapreemion kasvu ovat vähintään osittain erilliset ilmiöt. Endogeeninen taitovinoutunut tekninen muutos pitää kuitenkin sisällään molemmat ilmiöt.

Katz ja Murphy tutkivat empiirisessä osiossa selittyvätkö suhteellisten palkkojen ja tarjonnan muutokset stabiililla vai muuttuvalla suhteellisella kysynnällä. Tulos oli, että suhteellinen kysyntä on muuttunut. Seuraavaksi tutkijat analysoivat formaalisti miten kysyntä on muuttunut. Tutkijat muodostavat kaikista työntekijöistä kaksi tuotannontekijää: 2. ja 3. asteen ekvivalentit. Tasan 12 vuotta koulutusta saaneet kuuluvat luonnollisesti 2. asteen ekvivalentteihin ja vähintään 16 vuotta koulutusta saaneet 3. asteen ekvivalentteihin. Muun määrän koulutusta (alle 12 vuotta tai 13-15 vuotta) saaneet lisätään kahteen tuotannontekijään sen perusteella, miten ryhmien palkat liikkuvat 2. tai 3. asteen koulutettujen palkkojen suhteen regressiossa (työntekijät, joilla on 13-15-vuotta koulutusta lukeutuvat regression perusteella pääosin 2. asteen ekvivalentteihin).

Katz ja Murphyn (1992) CES-malli on edellisessä osiossa käyttämäni eksogeenisen kasvun mallin kaltainen. Tutkijoiden mallissa ei-havaittava suhteellisen kysynnän muutos määritellään yleisemmin  $D$ , kun teoriaosiossani muutos määriteltiin termin  $A_h/A_l$  avulla. Malli on muotoa

$$\ln\left(\frac{w_1}{w_2}\right) = (1/\sigma) \left[ D + \ln\left(\frac{x_1}{x_2}\right) \right], \quad (3.2)$$

jossa  $\sigma$  on substituution jousto,  $w_1/w_2$  taitojen palkkapreemio ja  $x_1/x_2$  taitavan työvoiman suhteellinen tarjonta. Oletetaan talouden olevan yhtälön 3.2 antamalla kysyntäkäyrällä. Näin ollen annetulla substituution joustolla  $\sigma_0$  saadaan aikasarja kysynnän muutoksille:

$$D = \sigma_0 \ln\left(\frac{w_1}{w_2}\right) + \ln\left(\frac{x_1}{x_2}\right). \quad (3.3)$$

Kysynnän mittarissa palkkapreemion ja suhteellisen työllisyyden muutokset vaikuttavat samassa suhteessa kysyntään kuin osoitin teoriaosuudessa. Sen sijaan kysynnän kasvu näyttää Katz ja Murphyn yhtälön perusteella nopeammalta kuin yhtälön 2.15 perusteella. Lisäksi mallit eroavat kriittisesti substituution jouston kasvun vaikutuksen suhteen.

Teoriassani substituution jouston kasvu vaikuttaa negatiivisesti kysynnän kasvuun, kun taas yhtälö 3.3 riippuu positiivisesti substituution joustosta.

Tutkijat estimoivat korkeakoulutettujen ja 2. asteen koulutettujen substituution jouston arvon ajamalla OLS-regression yhtälölle 3.2 olettaen  $D$ :n noudattavan lineaarista trendiä. Estimaatti Yhdysvalloille aikavälille 1963-1987 on 1,41. Tulokseen on kuitenkin syytä suhtautua varauksella, koska estimaatti perustuu vain 25 havaintoon ja merkittävään palkkapreemion sarjakorrelaatioon (Katz ja Murphy [1992] ja Acemoglu [2002]).

3. asteen ekvivalenttien suhteellinen kysyntä kasvoi keskimäärin noin 4,5 % vuosittain vuosina 1963-1987. Yhtälön 2.17 kaltainen tasaisen trendikysynnän malli selittää hyvin koko periodin lukuun ottamatta ajanjaksoa 1970-luvun lopusta 1980-luvun alkuun. Kysynnän kasvu hidastui merkittävästi 1970-luvulla mallin mukaan ja kiihtyi voimakkaasti 1980-luvun aikana, kun käytetään substituution jouston arvoja 1,41 ja 4. Tämä viittaa taitovinoutuman mahdollisesti kiihtyneen. Käyttämällä arvoja 0,5 ja 1 kysyntä näyttää kasvaneen suhteellisen tasaisesti (Katz ja Murphy 1992.) Arvot väliltä 0,5-1 eivät kuitenkaan ole empiirisesti perusteltuja. Substituution jousto korostaa palkkapreemion muutoksia, kun  $\sigma > 1$ . Tästä syystä mitä suurempaa substituution joustoa käytetään, sitä pienemmältä 1970-luvun kysynnän kasvu näyttää 1960- ja 1980-lukuihin verrattuna. Tämä johtuu palkkapreemion laskusta 1970-luvulla.

Näin ollen saadaan tutkielmani kannalta keskeinen todiste, jonka mukaan myös 1970-luku oli taitovinoutunut. 1980-luvulla havaittu palkkapreemion kasvu selkeästi yli laskua edeltäneen tason vaatii endogeenisen teorian mukaan, että  $\sigma > 2$ . Substituution jouston estimaatti on kuitenkin tätä alempi, joten endogeeninen teknologia ei pysty selittämään muutosta yksin. 1980-luvun pystyy selittämään joko hyvin voimakas eksogeeninen tai samanaikaiset endo- ja eksogeeninen taitovinoutunut tekninen muutos (ks. kuva 3). Tulos on tutkielmani keskeisimpiä.

Tutkijat vertaavat, miten kysynnän muutoskenaariot sopivat havaittuihin alojen välisiin muutoksiin. Estimoitua substituution joustoa 1,41 käyttämällä 3. asteen ekvivalenttien suhteellinen kysyntä kasvoi vuosittain 1,3 % aikavälillä 1971-1979 ja 1,2 % välillä 1979-1987. Tulokset eivät anna suoraa tukea suhteellisen kysynnän kasvun kiihtymiselle. Tuloksista ei



kuitenkaan voida päätellä, ettei kysynnän kasvu olisi kiihtynyt, koska tutkijoiden mukaan heidän mallinsa aliarvioi 1980-luvun ja yliarvioi 1970-luvun ryhmien välisen kehityksen. Lisäksi kokonaiskysynnän muutokset sisältävät alojen välisen kysynnän kasvun hidastumisen ja alojen sisäisen kasvun nopeutumisen 1970-luvulta 1980-luvulle tultaessa mitattuna työllisyysosuuksilla. Katz ja Murphy eivät osoita johtuuko alojen sisäinen työllisyyden kasvu siitä, että suhteellinen palkka laski alojen sisällä. Toisaalta ei myöskään tiedetä kasvoiko suhteellinen palkka alojen sisällä. Kyseinen informaatio on erittäin tärkeää taitovinoutuman määrittämisen kannalta. Seuraavassa alaluvussa puututaan tähän kysymykseen.

### 3.2.2 TODISTEET ALA-, TIETOKONE- JA LAITEPÄÄOMASOLUISTA

Autor, Katz ja Krueger (1998) analysoivat mistä Katz ja Murphyn (1992) havaitsema taitojen kysynnän kasvu johtuu ja onko kasvu kiihtynyt? Ensin he tutkivat onko taitovinoutunut tekninen muutos jatkuvan pitkän aikavälin taitavan työvoiman suhteellisen kysynnän kasvun takana. Heidän määritelmässään taitovinoutunut tekninen muutos tarkoittaa taitavaa työvoimaa suhteessa suosivia muutoksia tuotantotekniikoissa, organisaatioissa ja pääomassa. Toiseksi he tutkivat onko taitovinoutuneen teknisen muutoksen vaikutus taitojen suhteelliseen kysyntään kiihtynyt 1980-luvulla. Hypoteesin mukaan tästä seurasi 1980-luvun palkkapreemion kasvu.

Tutkijat laskevat Census-aineistoista tuntipalkan jakamalla vuositulot edellisenä vuonna tehtyjen työviikkojen ja kyselyviikolla tehtyjen työtuntien tulolla. CPS-aineistosta tuntiansio lasketaan jakamalla viikkopalkka viikoittaisten työtuntien määrällä. Näin saadaan huomioitua eri koulutusryhmien tekemien viikoittaisten työtuntien eroista johtuva viikkopalkan muutos. Palkan mittari on siten tarkempi kuin Katz ja Murphyllä (1992), jotka mittasivat palkkaa viikkopalkasta.

Korkeakoulutettujen tuntipalkkapreemio kasvoi Yhdysvalloissa vuosittain 1,3 % aikavälillä 1950–1996, vaikka samaan aikaan korkeakoulutettujen työllisyysosuus yli kolminkertaistui. Sekä koulutusmuuttuja että kyselyn rakenne ovat vaihtuneet aikavälillä, joten koko periodin tuloksiin on syytä suhtautua varauksella. Vuosikymmenittäiset tulokset sen sijaan ovat konsistenttejä. Autor, Katz ja Kruegerin tulokset ovat linjassa Katz ja Murphyn tulosten

kanssa, vaikka aineisto 1960- ja 1970-luvuilta oli eri. Tosin aineisto koko 1960-luvulta ja erityisesti 1980-luvulta osoittaakin palkkapreemion kasvaneen nopeammin kuin aiemmassa tutkimuksessa. Näin ollen saadaan kahdesta eri tutkimuksesta, jotka käyttävät eri määritelmiä ja osittain eri aineistoa, varmistettua suhteellisen tarjonnan kasvun lisäksi palkkapreemion kasvun dynamiikka 1960-1980-luvuilla. 1990-luvulla palkkapreemion kasvu hidastui huomattavasti.<sup>37</sup> Lemieux'n (2008) mukaan kasvu pysyi hitaana vuoteen 2004 asti. Pelkkä eksogeeninen SBTC, joka pohjautuu tietokonepääoman suhteellisen hinnan laskuun, ei onnistu selittämään 1990-luvun palkkapreemion kasvun radikaalia laskua Yhdysvalloissa. Sen sijaan yhtälö 2.23 tarjoaa tähän selityksen: suhteellisen tarjonnan kasvun hidastuessa 1980- ja 1990-luvuilla endogeeninen taitovinoutuma hidastui. Tällöin palkkapreemion kasvu hidastui. Koska palkkapreemio kuitenkin kasvoi, on välttämätöntä, että Yhdysvalloissa oli edelleen eksogeeninen taitovinoutuma.<sup>38</sup>

Korkeakoulutettujen suhteellinen tarjonta (verrattuna kaikkiin muihin työntekijöihin) nousi hitaammin (vuosittain 2,36 %) aikavälillä 1940-1970 kuin välillä 1970-1995 (3,06 %). Toisaalta korkeakoulutuksen palkkapreemio (myös verrattuna kaikkiin muihin työntekijöihin) laski vuosittain 0,11 % välillä 1940-1970 ja nousi 0,39 % vuosina 1970–1995. Jos taitojen kysyntä olisi noussut koko periodin tasaisella vauhdilla, palkkapreemion olisi tullut laskea 1970-luvulta alkaen.<sup>39</sup> Jo empiirisesti perustelluille substituution jouston arvoille yhden ja kahden väliltä, taitovinoutunut tekninen muutos on todennäköisesti ollut 1980-luvulla nopeampi kuin 1970-luvulla (Autor, Katz ja Krueger 1998.)

Seuraavaksi tutkijat tarjoavat kriittistä lisätietoa taitovinoutumasta analysoimalla palkkaosuuden muutoksia. Jos oletetaan, että koulutusryhmät tekevät jokaisena ajanjaksona yhtä paljon työtunteja viikossa suhteessa toisiinsa, suhteellisen palkkaosuuden muutokset johtuvat vain suhteellisen palkan ja työllisyyden muutoksista. Palkkaosuus kasvoi myös 1970-luvulla hidasten vain hieman aiemmalta vuosikymmeneltä. Vaikka palkkapreemio laski 1970-

---

<sup>37</sup> Autor, Katz ja Kruegerin (1998) mukaan palkkapreemio kasvoi vuosittain 1960-luvulla 1,6 %, putosi 1970-luvulla 1,7 %, kasvoi 1980-luvulla 3,6 % (CPS) ja 1990-luvulla 0,7 % (February 90 CPS-1996 CPS MORG).

<sup>38</sup> Card ja Lemieux (2001) osoittavat mielenkiintoisen seikan: käytännössä koko palkkapreemion kasvu 1970-luvun puolivälistä vuoteen 1998 johtui nuorten palkkapreemion kasvusta.

<sup>39</sup> Palkkapreemio oli hyvin korkealla vuonna 1940. Lisäksi vanhemman aineiston luotettavuuteen on suhtauduttava kriittisesti, koska mm. koulutusmuuttujat ovat vaihtuneet. Myös koulutusvuodet saattavat olla yliarvioitu 1,5- tai jopa 2-kertaisesti tietyille kohorteille 1940-luvun aineistossa. Aineistosta nähdään kuitenkin todisteita taitovinoutuman kiihtymiselle, vaikka vuoden 1940 luvut jätetään pois (Autor, Katz ja Krueger 1998.)

luvulla, suhteellisen tarjonnan huomattavan kasvun vaikutus peitti tämän alleen. 1980-luvulla palkkaosuus kasvoi erittäin voimakkaasti, minkä jälkeen kasvu hidastui huomattavasti 1990-luvulla.<sup>40</sup> Kasvu oli edelleen kuitenkin lähes kaksinkertainen 1970-lukuun nähden. Tulokset ovat jälleen endogeenisen taitovinoutuneen teknisen muutoksen ennustamia. Tulosten mukaan SBTC kiihtyi 1980-luvulla merkittävästi ja hidastui 1990-luvulla.

Myös Autor, Katz ja Krueger arvioivat formaalisti korkeakoulutettujen suhteellisen kysynnän muutoksia. Heidän mallinsa on samankaltainen kahden tuotannontekijän formulointi kuin teoriaosuudessa rakentamani eksogeenisen kasvun malli (vrt. yhtälö 2.2 ja Autor, Katz ja Kruegerin [1998] yhtälö 1). Autor, Katz ja Krueger allokoivat suuremman osan 13-15 vuotta koulutusta saaneista 3. asteen ekvivalentteihin kuin Katz ja Murphy. Taitovinoutuneen teknisen muutoksen takana oletetaan olevan eksogeeninen teknologinen kasvu, joka johtuu tieteen edistymisestä tai yrittäjien toimista, joiden motiivina ei ole voittojen tavoittelu.

Testattava yhtälö vastaa Katz ja Murphyn yhtälöä, mutta termit on järjestelty seuraavasti:

$$D = \ln[(w_c N_c) / (w_h N_h)] + (\sigma - 1) \ln (w_c / w_h), \quad (3.4)$$

jossa  $w_c$  tarkoittaa 3. asteen ekvivalenttien,  $w_h$  2. asteen ekvivalenttien palkkaa,  $N_c$  3. asteen ekvivalenttien määrää ja  $N_h$  2. asteen ekvivalenttien määrää. Suhteellisen kysynnän logaritminen muutos  $D$  on taitavan työvoiman palkkaosuuden logaritminen muutos plus palkkapreemion logaritmisesta muutoksesta positiivisesti (negatiivisesti) riippuva termi, kun  $\sigma > 1$  ( $\sigma < 1$ ).

Käyttämällä taitamattomana työvoimana kaikkien muiden työntekijöiden sijaan tasan 12 vuotta koulutusta saaneita, lasken yhtälön 3.4 avulla Autor, Katz ja Kruegerin (1998) taulukon 1 luvuilla miten korkeakoulutettujen suhteellinen kysyntä 2. asteen koulutettuihin verrattuna on kehittynyt. Käytän Katz ja Murphyn (1992) estimoimaa substituution joustoa 1,41. 1970-luvulla suhteellisen kysynnän kasvu hidastui, minkä jälkeen kasvu oli erittäin voimakasta. Sen sijaan 1990-luvulla kasvu hidastui uudestaan.<sup>41</sup> Näin ollen merkittävä ero palkkapreemion kasvussa 1970- ja 1980-luvuilla johtuu sekä taitojen suhteellisen tarjonnan

<sup>40</sup> Vuosittainen kasvu oli 1960-luvulla 2,0 %, 1970-luvulla 1,8 %, 1980-luvulla hurjat 6,3 % ja 1990-luvulla 3,4 %. (luvut laskettu Autor, Katz ja Kruegerin [1998] taulukosta 1.)

<sup>41</sup> Vuosittainen kasvu 1960-luvulla on 2,6 %, 1970-luvulla 1,1 %, 1980-luvulla 7,7 % ja 1990-luvulla 2,2 %.

hidastumisesta että nopeammasta suhteellisen kysynnän kasvusta 1980-luvulla. Tulokset osoittavat nyt selkeästi, että korkeakoulutettujen kysynnän kasvu kiihtyi 1970-luvun jälkeen. Vertaamalla pidempää periodia 1980-1996, jolloin palkkapreemio (laskettuna kaikkia muita koulutusryhmiä vastaan) nousi voimakkaasti, ja periodia 1960-1980, jolloin palkkapreemio muuttui vain hieman, voidaan päätellä suhteellisen tarjonnan kasvun hidastumisen vaikuttaneen suhteellisen kysynnän kasvun kiihtymistä enemmän korkeakoulutuksen palkkapreemioon (Autor, Katz ja Krueger 1998)

Kysynnän kasvun hidastuminen 1990-luvulla on yllättävää eksogeenisen taitovinoutuman näkökulmasta: informaatio- ja kommunikaatioteknologioiden levitessä edelleen 1990-luvulla voisi olettaa, että korkeakoulutettujen suhteellisen kysynnän kasvu pysyisi vahvana. Yhdysvalloissa kommunikaatioteknologioiden kontribuutio kasvuun ei toisaalta ollut hyvin suuri sektorin pienuuden vuoksi. Sen sijaan endogeeninen taitovinoutuma antaa vastauksen miksi kasvu hidastui.

Jos  $\sigma \approx 1$ , saadaan yhtälöstä 3.4 korkeakoulutettujen suhteellisen kysynnän muutos suoraan palkkaosuuden muutoksesta. Tämä voidaan taas jakaa alojen väliseen ja sisäiseen muutokseen, joista edellinen kertoo tuotteiden kysynnän muutoksesta ja jälkimmäinen suoraan taitovinoumasta.<sup>42</sup> Autor, Katz ja Kruegerin tulkinta alojen välisistä ja sisäisistä muutoksista on sama kuin Katz ja Murphyllä (1992), mutta heidän mallinsa ottaa huomioon myös suhteellisten palkkojen muutokset. Näin saadaan selville koko tarina eikä vain toista puolta. Toisin kuin Katz ja Murphy, tutkijat eivät laske alojen sisäistä taitotason nousua residuaalina kokonaismuutoksesta ja alojen välisestä muutoksesta, vaan kokonaismuutos lasketaan alojen välisen ja sisäisen muutoksen summana seuraavasti:

$$\Delta X_{kt} = \sum_j (\Delta E_{jt} \alpha_{jk.}) + \sum_j (\Delta \alpha_{jkt} E_{jt}) = \Delta X_{kt}^b + \Delta X_{kt}^w \quad (3.5),$$

missä  $E_{jkt}$  on ryhmän  $k$  työllisyys sektorilla  $j$  osuutena kokonaistyöllisyydestä vuonna  $t$ ,  $E_{jt} = \sum_k E_{jkt}$  on kokonaistyöllisyys sektorilla  $j$  vuonna  $t$ ,  $\alpha_{jkt} = E_{jkt}/E_{jt}$  tarkoittaa ryhmän

---

<sup>42</sup> Autor, Katz ja Kruegerin (1998) mallissa alojen sisällä yritykset voivat muuttaa tuotantoaan taitointensiivisempään tuotteeseen kuin aiemmin. Tällöin alojen sisäinen taitojen päivitys kertoo taitovinoutuneen teknisen muutoksen lisäksi myös muutoksesta tuotettavien tuotteiden suhteessa.

$k$  osuutta työllisyydestä sektorilla  $j$  vuonna  $t$ ,  $\alpha_{jk} = (\alpha_{jkt} + \alpha_{jk\tau})/2$  ja  $E_j = (E_{jt} + E_{j\tau})/2$ . Sama logiikka toimii tarkasteltaessa korkeakoulutettujen palkkaosuutta.

Korkeakoulutettujen kysynnän kasvun kiihtyminen 1970- ja 1980-luvuilla 1960-lukuun verrattuna johtuu alojen sisäisen kasvun kiihtymisestä. 1990-luvulla kysynnän kokonaiskasvun merkittävän hidastumisen lisäksi myös alojen sisäinen kasvu hidastui hieman. Endogeeninen SBTC pystyy selittämään tämän. Alojen sisäisen kasvun merkitys kokonaiskasvusta olikin tarkastelluista vuosikymmenistä korkeimmillaan.<sup>43</sup> Merkittävää on, että suurin osa pitkäaikaisesta korkeakoulutettujen palkkaosuuden kasvusta johtui alojen sisäisestä muutoksesta.<sup>44</sup> Näin ollen taitovinoutunut tekninen muutos kiihtyi 1970-luvulla aiempaan vuosikymmeneen verrattuna ja pysyi 1980- ja 1990-luvuilla korkealla 1960-lukuun verrattuna laskien hieman 1970-luvusta (Autor, Katz ja Krueger 1998.)<sup>45</sup>

Katz ja Murphy (1992) määrittelivät taitovinoutuneen teknisen muutoksen ja tietokoneiden suhteellisen hinnan laskun erillisiksi alojen sisäisen muutoksen lähteiksi. Autor, Katz ja Krueger (1998) tutkivat voiko tietokoneiden suhteellisen hinnan lasku mahdollisesti olla eksogeenisen taitovinoutuneen teknisen muutoksen lähde. He laskivat kuinka paljon tietokoneiden käyttö kasvoi aloittain vuodesta 1984 vuoteen 1993. Sitten he tutkivat miten korkeakoulutettujen palkkaosuuden muutos eri aloilla 1960-luvulta 1990-luvulle voidaan selittää annualisoidulla tietokoneiden käytön muutoksella. Aineisto tietokoneiden käytöstä tuli vuosien 1984, 1989 ja 1993 October CPS –kyselyjen lisäosioista.

Tietokoneiden käyttö töissä kasvoi vuoden 1984 neljänneksestä lähes puoleen vuoteen 1993 mennessä. Tietokoneita käyttävän työvoiman osuus koko työvoimasta kasvoi lähes lineaarisesti vuodesta 1984 vuoteen 1993 keskimäärin 2,4 % vuosittain (Autor, Katz ja Krueger 1998.) Tietokoneiden suora vaikutusta taitovinoutumaan on kuitenkin vaikea arvioida, koska tietokoneita käyttivät suurimmalla todennäköisyydellä jo keskimääräistä paremmin työmarkkinoilla sijoittuneet demograafiset ryhmät. Nämä ryhmät kasvattavat

<sup>43</sup> 1960-luvulla alojen sisäinen kasvu oli 1,60 %, 1970-luvulla 2,98 %, 1980-luvulla 2,84 % ja 1990 -1996 2,51 %.

<sup>44</sup> 1980- ja 1990-luvuilla valmistusteollisuudessa nähtiin muita aloja suurempi korkeakoulutettujen alojen sisäisen palkkaosuuden kasvu. Valmistusteollisuuden ulkopuolella palkkaosuuden kasvu 1980-luvulla sen sijaan pysyi lähes ennallaan. Näin ollen valmistusteollisuus näyttää olevan merkittävä tekijä taitojen suhteellisen kysynnän kasvussa (Autor, Katz ja Krueger 1998.)

<sup>45</sup> Tutkijat käyttivät myös substituution joustoa 1,4 ja päätyivät samaan lopputulokseen taitovinoutuneen teknisen muutoksen kiihtymisestä 1970-luvulta alkaen.

todennäköisesti eniten tulojaan, joten tulokset eivät ole täysin relevantteja osoittamaan tietokoneiden käytön hyötyjä.

Ensinnäkin on otettava kantaa kausaalisuuteen: onko suhteellisen työllisyyden kasvu tietokoneistumisen syy vai seuraus? Osa kausaalisuudesta voidaan selvittää seuraavasti: jos vuoden 1979 jälkeinen korkeakoulutettujen palkkaosuuden kasvu tietokoneistuvilla aloilla heijastaa jatkuvaa palkkaosuuden trendikasvua, täytyy kasvun näkyä jo 1960-luvulla aikana ennen kuin PC:t yleistyivät (ks. Autor, Katz ja Kruegerin [1998] yhtälö 6). Näin ollen tietokoneistuminen ei olisi palkkaosuuden kasvun perimmäinen syy, vaan korkeakoulutettujen suhteellisesti kasvaneesta palkkaamisesta alalla seuraisi lopulta tietokoneteknologian käyttöönotto. Toisin sanoen, alalla havaittaisiin endogeeninen taitovinoutuma. Vaihtoehtoinen hypoteesi on, että tietokoneistuvilla aloilla taitojen yleistyminen kiihtyy (ks. Autor, Katz ja Kruegerin [1998] yhtälö 7).

Tietokoneiden käytön kasvu periodilla 1984-1993 korreloi heikommin palkkaosuuden kasvun kanssa 1960-luvulla kuin myöhemmin vuosikymmeninä. Korrelaatio kasvoi 1970- ja 1980-luvuilla hillitysti ja 1990-luvulla nopeasti. Nämä löydökset osoittavat, että SBTC:n kasvu nopeasti tietokoneistuvilla aloilla kiihtyi 1960-luvun jälkeen vaihtoehtoisen hypoteesin mukaisesti. Tuloksista ei saada tukea kausaalisuudelle, jonka mukaan palkkaosuuden kasvu johtuu vain tietokoneistumisesta, koska korrelaatio havaittiin jo 1960-luvulla. Sen sijaan tukea tietokoneistumisen kausaalivoimalle antaa 1990-luvun suuri korrelaatio. Tuloksiin täytyy kuitenkin suhtautua varauksella, koska tietokoneista ei ole vuotta 1984 vanhempaa aineistoa eikä yleistä pääomaintensiteettiä ole kontrolloitu. 1990-luvun suuri korrelaatio kuitenkin kyseenalaistaa endogeenisen taitovinoutuman.

Oletetaan, että tietokoneiden käytöstä seuraa taitojen palkkaosuuden kasvu. Toisin sanoen, oletetaan eksogeeninen taitovinoutuma. Näin ollen tietokoneiden käytön yleistyminen 1980-luvulla näyttää kattavan noin puolet 1970-, 1980- ja 1990-lukujen korkeakoulutettujen palkkaosuuden kasvusta. Nopein alojen sisäinen suhteellisen kysynnän kasvu 1970-luvulta alkaen tapahtui tietokoneintensiivisimmillä aloilla.<sup>46</sup> Autor, Katz ja Krueger olettavat

---

<sup>46</sup> Lisäksi Autor, Katz ja Krueger analysoivat NBER tuottavuusotoksesta miten pääomaintensiteetin ja reaalisien kuljetuksen kasvu vaikutti aloittain ei-tuotantotyöntekijöiden palkkaosuuden kasvuun. He laskivat kahdesta eri lähteestä myös TFP:n, ulkomaankaupan ja ulkoistamisen kasvun vaikutuksen. Tietokoneinvestointien muutos

taitovinoutuman kiihtymisen johtuvan ainakin jossain määrin eksogeenisestä informaatioteknologian ja tietokoneiden nopeasta kehitymisestä. Tutkijat eivät ota kantaa johtuuko SBTC:n kiihtyminen 1970-tai 1980-luvulta alkaen teknologisen kasvuvauhdin kiihtymisestä vai teknologisen kasvun suunnan muuttumisesta.<sup>47</sup>

Mielenkiintoista olisi tietää, miten tietokoneiden suhteellisen hinnan lasku vaikuttaa palkkaosuuteen. Tutkijoiden loppupäätelmä on selkeä ”Mikä tahansa aiheuttaakaan taitojen suhteellisen kysynnän kasvun kiihtymisen viimeisen 25 vuoden aikana, on se keskittynyt Yhdysvaltojen talouden kaikkein tietokoneintensiivisimmille aloille”.

Acemoglun (1998) mukaan historia on täynnä esimerkkejä taitavan työvoiman työpanosta säästävistä teknologioista. Keksinnöt ja käyttöönotetut teknologiat ovat valintojen tulos ja yhteiskunta voi kehittää erilaisia teknologioita. Tutkielmani kannalta on näin ollen oleellista analysoida mikä selittää Autor, Katz ja Kruegerin (1998) havaitseman taitojen ja uuden teknologian komplementtisuuden. Onko taitovinoutuma endogeeninen eli onko 1970-luvulla kasvanut suhteellinen työllisyys vuosikymmenen laskeneen palkkapreemion ja 1980-luvulla jyrkästi nousseen palkkaeron takana vai onko taitovinoutuma eksogeeninen?

Edellisessä osiossa käyttämäni endogeenisen teknologian malli on yksinkertaistettu koko talouden tason malli Acemoglun (1998) mallista. Molemmat ovat oleellisilta osiltaan samat: palkkapreemio käyttäytyy  $H/L:n$ ,  $A_h/A_l:n$  ja  $\sigma:n$  suhteen samansuuntaisesti. Lisäksi  $A_h/A_l$  riippuu molemmissa positiivisesti  $H/L:stä$ , joten tutkimuksen analysointi onnistuu hyvin edellisessä osiossa esittelemäni teorian pohjalta.

Ainakin osa suhteellisen työllisyyden huomattavasta kasvusta 1970-luvulla selittyy eksogeenisin institutionaalisin tekijöin. Endogeenisen mallin antamat tulokset noudattavat erittäin hyvin todellisia Katz ja Murphyn (1992) havaintoja. Käyttämällä aikavälin 1971-1979 suhteellisen työllisyyden kasvua ulkoisena sokkina, voidaan selittää palkkapreemion

---

selittää noin kolmanneksen taitojen päivityksen kasvun kiihtymisestä valmistusteollisuudessa 1970- ja 1980-luvuilla. Sen sijaan ulkomaankauppa ja ulkoistaminen selittävät hyvin pienen osan palkkaosuuden kasvusta.

<sup>47</sup> Oletus kiihtymisestä perustui osittain virheelliseen tulokseen koulutusryhmien sisäisen palkkaeron kasvusta 1970-luvulla (Lemieux 2008).

muutokset 1970- ja 1980-luvuilla sekä pitkällä aikavälillä vuodesta 1971 vuoteen 1987 (Acemoglu 1998.)<sup>48</sup>

Jos teknologia on korkeakoulutuksen lisäksi myös ei-havaittavien taitojen komplementti, koulutusryhmien sisäinen palkkaero alkaa kasvaa välittömästi suhteellisen työllisyyden kasvun jälkeen (ks. tarkempi formaali käsittely liitteestä 4 Koulutusryhmien sisäiset palkkaerot). Tällöin malli pystyy selittämään Katz ja Murphyn (1992) havaitseman 1970-luvun laskevan palkkapreemion ja nousevan ryhmien sisäisen palkkaeron (Acemoglu 1998). Lemieux'n (2008) mukaan koulutusryhmien sisäinen palkkaero alkoi kuitenkin kasvaa vasta 1980-luvulla eikä 1970-luvulla, jolloin Acemoglun (1998, 2002) endogeenisen teknologian malli ennustaa virheellisesti.

Mallin mukainen hitaasti kasvava endogeeninen suhteellinen työllisyys ja vaihteittainen siirtyminen aiempaa taitointensiivisempiin teknologioihin ovat Acemoglun mukaan yhdenmukaisia Yhdysvaltain talouden havaintojen kanssa 1900-luvulta. Endogeeninen malli pystyy selittämään aiempien tutkimusten havainnot, kun taloudessa on ollut myös eksogeeninen SBTC. Näin ollen Yhdysvallat noudattaa kuvan 4 logiikkaa.

Kausaalisuuden tutkimiseksi tulisi analysoida seuraako suhteellisen työllisyyden kasvusta tutkimus- ja kehitysmenojen suuntautuminen teknologioihin, jotka ovat komplementteja korkeakoulutettujen kanssa. Machin ja Van Reenen (1998) tutkivat miten tutkimus- ja kehitysmenot liittyvät taitojen suhteellisen kysynnän kasvuun. Analysoin tutkimuksen seuraavassa osiossa.

Greenwood et al. (1997) havaitsivat, että laitepääoman suhteellinen hinta putosi lähes kolmasosaan 1950-luvulta vuoteen 1990 mennessä.<sup>49</sup> Samalla laitepääomainvestointien määrä suhteessa bruttokansantuotteeseen nousi yli puolella. Erityisen suuri pudotus oli informaatioteknologioiden hinnassa, joka laski 10 % vuodessa. Krusell et al:n (2000) mukaan laitepääoman määrä on kasvanut noin kaksi kertaa nopeammin sekä

---

<sup>48</sup> Malli ei selitä miksi 1980-luvulla taitamattoman työvoiman palkat putosivat, muuten kuin, että vanhat teknologiat eivät enää olleet yhteensopivia uusien kanssa. Tällöin korkeakoulutettujen suhteellisen työllisyyden kasvusta seurasi taitamattoman työvoiman palkan lasku. Toisin sanoen, investoiminen taitovinoutuneisiin teknologioihin tapahtuu taitamattoman työvoiman käyttämien teknologioiden kustannuksella.

<sup>49</sup> Laitepääoma pitää sisällään esimerkiksi toimistossa käytettävät informaation prosessointilaitteet, laskenta- ja kirjanpito tietokonelaitteet sekä yleiset teolliset laitteet.



pääomanmuodostukseen että kulutukseen verrattuna. Lisäksi kasvuvauhti on nopeutunut 1970-luvun lopulta alkaen. Krusell et al. tutkivat selittääkö laitepääoman ja taitojen komplementtisuus palkkapreemion ja taitojen suhteellisen tarjonnan muutokset.<sup>50</sup> Toisin sanoen, onko laitepääoman laskeneesta suhteellisesta hinnasta johtuva suhteellisen määrän kasvu taitovinoutuneen teknisen muutoksen takana.

Tutkijoiden mukaan laitepääoman lisääntyminen pystyy selittämään lähes täysin taitojen suhteellisen palkan ja työllisyyden muutokset. Täten taitovinoutuneen teknisen muutoksen takana olisi laitepääoman suhteellisen hinnan lasku. Myös Greenwood ja Yorukoglu (1997) päätyivät samaan lopputulokseen. Toisin sanoen, taidot eivät olisi teknologian komplementti vaan laitepääoman. Krusell et al:n malli antaa myös selityksen taitamattoman työvoiman laskeneelle reaali-palkalle: taitamattoman työvoiman palkat ovat laskeneet, koska kasvanut laitepääoma on substituutti taitamattoman työvoiman kanssa.

Autor, Katz ja Krueger (1998) osoittivat, että tietokoneintensiivisimmillä aloilla taitojen lisääntyminen on ollut kaikkein nopeinta. Näin ollen laitepääoman sisällä eri teknologiatyypit voivat vaikuttaa eri tavoin suhteelliseen kysyntään. Lisäksi Acemoglun (2002) mukaan laitepääoman hintalaatu-suhteen määrittäminen on hyvin hankalaa, jolloin Krusell et al:n (2000) tuloksiin on syytä suhtautua varauksella.<sup>51</sup> Krusell et al:n perusoletus on, että tekninen muutos nopeutui 1970-luvulla. Tämän vastaisia todisteita on kuitenkin olemassa (Acemoglu 2002). Tutkimus ei myöskään osoita eksplisiittisesti, että eksogeenisestä laitepääoman *hinnan* laskusta seurasi taitojen suhteellisen kysynnän kasvu. Sen sijaan malli osoittaa, että laitepääoman *määrä* korreloi kysynnän kasvun kanssa.

Myös Acemoglu (2002) pyrki selvittämään onko taitojen suhteellisen kysynnän kasvu kiihtynyt. Hänen poikkileikkausaineisto vuosille 1939, 1949 ja 1959 tulee väestönlaskennoista (Census) ja paneeliaineisto vuosille 1964-1997 March CPS:stä. Käytetty aineisto 1960-luvulta eteenpäin on siten sama kuin Katz ja Murphyllä (1992).

---

<sup>50</sup> Tutkijoiden mallissa on neljä tuotannontekijää: laitepääoma, pääoman rakenne (kuten rakennukset) sekä taitava ja taitamaton työvoima. Malli ottaa huomioon työvoiman endogeenisuuden, mutta teknologia (laitepääoman määrä) oletetaan eksogeeniseksi. Aineisto tulee March CPS:stä ja kansantalouden tilinpidosta (NIPA). Palkkamuuttuja lasketaan pitkälti samalla tavalla kuin Autor, Katz ja Krueger (1998).

<sup>51</sup> Krusell et al. (2000) muokkaavat aineiston Gordonin (1990) mukaisesti, jotta se ottaa oikein huomioon laitepääoman laadun parantumisen. Ongelma ei kuitenkaan Acemoglun (2002) mukaan poistu täysin.

Koulutusryhmät määritellään Autor, Katz ja Kruegerin (1998) 3. asteen ja 2. asteen ekvivalenttien mukaisesti ja palkkapreemio samalla tavalla kuin Katz ja Murphy. Tällöin ei valitettavasti saada suoraa mittaria tuntipalkasta, jonka Autor, Katz ja Krueger tarjosivat. Regressiossa on mukana myös muita tekijöitä kuten kokemus (ks. Acemoglun [2002] liite 1). Taitojen suhteellinen tarjonta käsittää kaikki 18-65-vuotiaat työntekijät. Palkka-aineisto sisältää täysaikaiset koko vuoden työskentelevät 18-65-vuotiaat työntekijät lukuun ottamatta työntekijöitä, joiden palkat jäivät alimpaan prosenttiin kaikista palkoista. Kokonais- ja residuaalipalkkaeroa mittaavissa luvuissa mukana ovat vain valkoiset miehet. Acemoglun (2002) käyttämä malli on esitelty kattavasti luvussa 2.

Acemoglu laskee indikaattorin kysynnälle yhtälöstä 2.14 käyttäen aineistona Autor, Katz ja Kruegerin (1998) liitteen 1 lukuja työllisyys- ja palkkaosuuksista. Suhteellisen työvoiman kasvu vaikuttaa samansuuntaisesti kysynnän kasvuun kuin Katz ja Murphyllä ja Autor, Katz ja Kruegerilla, mutta tasot ovat alemmat. Tasoista saa vertailukelpoisia kertomalla Acemoglun (2002) luvut substituution joustolla (vrt. yhtälöt 2.15 ja 3.3). Koska suhteellisen tarjonnan muutos on ollut aiemman kappaleen perusteella jokaisena tarkasteltavana periodina positiivinen, käyttämällä suurempaa substituution joustoa saadaan pienempi kysyntäindeksin kasvu, ceteris paribus. Katz ja Murphyn ja Autor, Katz ja Kruegerin malleissa yksikköä suuremman substituution jouston kasvu kiihdyttää kysynnän kasvua. Näin ollen mallien kasvulukujen tasot ja dynamiikka poikkeavat toisistaan sitä enemmän mitä suurempaa substituution joustoa käytetään.

Käyttämällä Katz ja Murphyn estimoimaa substituution joustoa 1,4, korkeakoulutettujen kysyntäindeksi kasvoi 1950-luvulla voimakkaasti. Kasvu hidastui sekä 1960- että 1970-luvuilla. 1980-luvulla kasvu sen sijaan oli kaikista periodeista nopeinta.<sup>52</sup> Tulokset ovat linjassa Autor, Katz ja Kruegerin tulosten kanssa, ottaen huomioon erot käytetyissä malleissa. Acemoglu päättelee II Maailmansodan jälkeisten 60 vuoden olleen taitovinoutuneita Yhdysvalloissa.

Acemoglu (2002) testasi Krusell et al:n (2000) aineistolla onko vuoden 1974 jälkeen kiihtyvästi laskeva laitepääoman suhteellinen *hint*a lineaarista aikatrendiä parempi proxy

---

<sup>52</sup> Vuosittainen kasvu oli 1950-luvulla 2,8 %, 1960-luvulla 2,5 %, 1970-luvulla 2,3 % ja 1980-luvulla 3,2 %.

taitojen suhteellisen kysynnän kasvulle. Toisin sanoen, selittääkö eksogeeninen laitepääoman hinnan lasku SBTC:n kiihtymisen ja taitojen suhteellisen kysynnän kasvun. Acemoglu päätyy tulokseen, ettei näin ole ja itse asiassa logaritminen muunnos laitepääoman suhteellisesta hinnasta ei ole edes tilastollisesti merkittävä regressiossa. Paras tulos syntyi käyttämällä Katz ja Murphyn (1992) mukaista tasaisen suhteellisen kysynnän kasvun aikatrendiä ja taitojen suhteellisen tarjonnan kasvun muutoksia. Tästä ei voida kuitenkaan suoraan päätellä, ettei laitepääoman suhteellisella hinnalla olisi merkitystä taitojen kysynnälle, koska suhteellinen hinta on voitu mitata virheellisesti. Huomio kuitenkin asettaa laitepääoman suhteellisten hintojen laskun suoran merkityksen taitojen kysynnän kasvulle ja taitovinoukseen kiihtymiselle kyseenalaiseksi. Havainto korostaa ajatusta, että nimenomaan tietokoneteknologisen pääoman suhteellisen hinnan lasku voi selittää osan taitovinoukseen teknisestä muutoksesta.

Acemoglun (2002) loppupäätelmä on, että endogeeninen SBTC selittää parhaiten Yhdysvaltojen palkkaerojen muutokset 1970-, 1980- ja 1990-luvuilla. Myös Acemoglun vaakakupissa painaa March CPS:stä mitattu ryhmien sisäisten palkkaerojen kasvu 1970-luvulla, joka on jälkikäteen osoitettu virheelliseksi (Lemieux 2008). Näin ollen taitovinoukseen teknisen muutoksen teorian selityskyky ei ole niin yksiselitteinen, kuin Acemoglu esittää.

Tähän mennessä käsitellyt tutkimukset jakavat työvoima taitavaan ja taitamattomaan puhtaasti koulutustason perusteella. Menetelmän ongelma on, että se usein niputtaa selittämättömät tekijät työvoimakohtaiseen tuottavuuden muutokseen. Toisin sanoen, selittämättömät tekijät näkyvät tuotannontekijävinoukseen teknisessä muutoksessa. Autor, Levy ja Murnanen (2003) mukaan yksinkertainen erottelu taitavaan ja taitamattomaan työvoimaan ei ole tarpeeksi monimutkainen tavoittamaan teknologisen muutoksen vaikutuksen ja erityisesti tietokonevallankumouksen vaikutusta työmarkkinoilla. He paransivat taitovinoukseen teknisen muutoksen mallia korvaamalla koulutukseen perustuva taitomuuttuja työntekijän työtehtäviin perustuvalla muuttujalla. Työtehtävät erotellaan rutiinityötehtäviin ja ei-rutiinityötehtäviin. Rutiinityötehtävät tietokone pystyy suorittamaan seuraamalla eksplisiittisiä sääntöjä. Ei-rutiinityötehtävät taas vaativat joustavuutta, luovuutta, yleistä ongelmanratkaisukykyä, monimutkaista kommunikaatiota ja

ennen kaikkea ihmistyövoimaa. Rutiinityötehtävät ovat substituutti ja ei-rutiinityötehtävät komplementti tietokoneiden kanssa. Mallissa tietokonepääoman suhteellisen hinnan lasku on kausaalinen voima, josta tulisi seurata rutiinityötehtävien korvaaminen tuotannossa. Lisäksi substituution tulisi tapahtua erityisesti aloilla, jotka ovat intensiivisiä rutiinityötehtävissä.<sup>53</sup>

Autor, Levy ja Murnane pyrkivät selittämään miksi tietokoneiden käyttöönotto ja korkeakoulutettujen palkkaosuuden kasvu korreloivat Yhdysvalloissa. He pureutuivat kysymykseen analysoimalla miten tietokoneteknologioiden käyttöönotto muuttaa työntekijöiden työtehtäviä ja lopulta taitojen suhteellista kysyntää. Tutkijat yhdistivät työtehtävistä kertovan Dictionary of Occupational Titles (DOT) –poikkileikkausaineiston vuosilta 1960-1998 1 % Census PUMS- ja CPS MORG –aineistoihin.<sup>54</sup> Näin voidaan analysoida miten työtehtävät ovat muuttuneet alojen sisällä koulutusryhmittäin. Yhdistetyssä aineistossa on mukana kaikki 18-64-vuotiaat yrityksissä olevat työntekijät. Aineisto tietokoneiden käytöstä aloittain tulee samasta lähteestä kuin Autor, Katz ja Kruegerilla (October CPS), mutta ajanjakso on pidempi 1984-1997.

Ei-rutiinityötehtävien suhteellinen panos nousi tilastollisesti merkittävästi 1970-luvulta alkaen. Kasvu keskittyi aloille, jotka tietokoneistuivat nopeasti aikavälillä 1984-1997. Muutokset olivat pieniä ja merkityksettömiä tietokoneistumista edeltävänä aikana 1960-luvulla ja kiihtyivät jokaisena seuraavana vuosikymmenenä. Autor, Katz ja Krueger (1998) havaitsivat vastaavan korrelaation korkeakoulutettujen palkkaosuuden ja aikavälin 1984-1993 tietokoneiden käytön kasvun välillä. Kun tietokonepääoman hinta laski merkittävästi 1970-luvulta alkaen, taitavien työntekijöiden suhteellinen kysyntä kasvoi. Toisin sanoen työntekijöiden, joilla on suhteellinen etu ei-rutiinityötehtävissä.

---

<sup>53</sup> Autor, Levy ja Murnanen (2003) mukaan laskentatehon reaalihintaa on laskenut yhteen 1 000 000 000 000-osaan. Violante (2008) mukaan investoinnit informaation prosessointilaitteisiin ja -sovelluksiin osuutena Yhdysvaltojen yksityisestä ei-asumiseen kohdistuvista kiinteistä investoinneista nousivat 6 %:sta 40 %:iin vuodesta 1969 vuoteen 2000 mennessä.

<sup>54</sup> Census PUMS-aineistosta käytetään vuodet 1960, 1970, 1980 ja 1990. CPS MORG –aineisto taas on vuosilta 1980, 1990 ja 1998, joista jälkimmäiset käsitelty kuten Autor, Katz ja Kruegerilla (1998). DOT-aineiston luokittelu muuttui tarkasteltavana ajanjaksona, mutta se on muokattu vertailukelpoiseksi.

Tätä havaintoa voidaan tutkia tarkemmin analysoimalla miten työtehtävät ovat muuttuneet koulutusryhmien välillä ja sisällä aloittain (ks. Autor, Levy ja Murnanen [2003] yhtälö 15).<sup>55</sup> Alojen sisäisestä ei-rutiinityötehtävien vuosittaisesta muutoksesta aikavälillä 1980-1998 alan samanaikaisen tietokoneistumisen vaikutus kattoi 71 %. Tästä muutoksesta koulutusryhmien sisäinen työtehtävien monimutkaistuminen kattoi 55 %. Näin ollen rutiinityötehtävien korvaaminen ei-rutiinityötehtävillä ei johtunut pääasiallisesti koulutustason parantumisesta, vaan työtehtävien muutokset koskivat kaikkia koulutustasoja 1980- ja 1990-luvuilla (Autor, Levy ja Murnane 2003.)

Endogeenisen taitovinoutuneen teknisen muutoksen näkökulmasta tämä on yllättävää. Teorian mukaan yritysten olisi pitänyt ottaa käyttöön korkeakoulutettuja hyödyntäviä tietokoneteknologioita korkeakoulutettujen kasvaneen markkinakoon vuoksi. Tällöin tietokoneteknologioiden mahdollistamissa monipuolistuneissa työtehtävissä olisi työskennellyt ennen kaikkea korkeakoulutettuja. Jos korkeakoulutettujen suhteellisen työllisyyden kasvu olisi saanut aikaan voittokannusteiden kautta tietokoneteknologioiden kehittymisen, olisi teknologioiden ja ei-rutiinityötehtävien pitänyt hyödyntää nimenomaan korkeakoulutettua työvoimaa.<sup>56</sup> Näin ei kuitenkaan ollut.

Kuitenkin 45 % tietokoneistumisen selittämistä alojen sisäisistä työtehtävien muutoksista tapahtui koulutusryhmien välillä. Tällöin uudet teknologiat ja työtehtävät ovat vaatineet ei-havaittavien taitojen lisäksi korkeakoulutukseen suoraan liittyviä taitoja. Toinen tulkinta on, että korkeakoulutetuilla oli näitä ei-havaittavia taitoja muita ryhmiä todennäköisemmin. Osa ryhmien välisestä muutoksesta voi johtua endogeenisestä taitovinoutumasta, koska yleisen tietokoneistumisen lisäksi on voitu voittokannusteiden vuoksi kehittää spesifisti korkeakoulutettuja hyödyntäviä teknologioita. Sen sijaan tulokset kiistävät endogeenisen taitovinoutuneen teknisen muutoksen jyrkimmän johtopäätöksen: tietokoneistuminen johtuu suhteellisen työllisyyden kasvusta. Toisaalta jo Acemoglun (1998) tutkimusta

---

<sup>55</sup> Koulutusryhmät ovat alle 12 vuotta, 12 vuotta, 13-15 vuotta kouluttautuneet ja korkeakoulutetut.

<sup>56</sup> Yksi vaihtoehto on, että uudet tietokoneteknologiat ja työtehtävät oli kehitetty korkeakoulutetuille, mutta huomattiin työtehtävien vaativan myös ei-havaittavia taitoja, joita löytyi jokaisesta koulutusryhmästä. Toinen vaihtoehto on teknologian ulkoisvaikutukset eli korkeakoulutetuille kehitettyjä teknologioita muokattiin pienin kustannuksin soveltumaan myös muille koulutusryhmille.

analysoidessa pääteltiin, että Yhdysvaltojen taloudessa on täytynyt olla samanaikaisesti endogeenisen lisäksi eksogeeninen taitovinoutunut tekninen muutos.

Autor, Levy ja Murnanen (2003) mukaan työtehtävien muutos on koulutustason päivitystä edeltävä tekijä, eikä pelkkä heijastus korkeakoulutettujen suhteellisen määrän kasvusta työpaikoilla. Heistä kausaalisuus on selkeä: tietokoneiden suhteellisen hinnan lasku on korkeakoulutettujen kysynnän kasvun eksogeeninen syy.<sup>57</sup>

Autor, Levy ja Murnane (2003) analysoivat tämän kausaalisuuden pohjalta miten työtehtävien muutokset voivat selittää korkeakoulutettujen suhteellisen kysynnän kasvun. Kysyntä estimoitiin samoin kuin Autor, Katz ja Krueger (1998) ja tarkasteltava ajanjakso on 1970-1998.<sup>58</sup> Kun verrataan mahdollisesti tietokoneistumiseen liittyvää työtehtävien muutosta CES-kysyntäindeksiin 1980- ja 1990-luvuilta, huomataan työtehtävämallin pystyvän selittämään suurimman osan korkeakoulutettujen suhteellisen kysynnän kasvusta.<sup>59</sup> Erityisesti lähes 40 prosenttia tietokoneiden kontribuutiosta korkeakoulutettujen suhteellisen kysynnän kasvuun 1980- ja 1990-luvuilla johtuu nimellisesti muuttumattomien ammattien sisällä tapahtuvista muutoksista työtehtävissä. Näin ollen Autor, Levy ja Murnanen (2003) mukaan työpaikkojen tietokoneistumisesta seuranneet työtehtävien kysynnän muutokset voidaan nähdä kontribuoineen merkittävästi korkeakoulutettujen suhteellisen kysynnän kasvuun Yhdysvalloissa 1970-luvulta alkaen. Täten Yhdysvalloissa on havaittu taitovinoutunut tekninen muutos ja se on tutkijoiden mukaan ollut eksogeeninen. Tuloksilla ei voida kuitenkaan yksiselitteisesti sulkea pois samanaikaisen endogeenisen taitovinoutuman mahdollisuutta.

---

<sup>57</sup> Toisaalta tietokoneiden hinnan lasku ei pysty selittämään kokonaan korkeakoulutettujen kysynnän kasvua, jolloin endogeenisen kasvun malli voi olla relevantti selittämään suuren osan kasvusta. Autor, Levy ja Murnanen (2003) teoria ei myöskään selitä miksi teknologiat ovat taitovinoutuneita, muuten kuin teknologian ja taitojen luonnollisella komplementtisuudella. Lisäksi meillä ei ole tietoa 1970-luvun tietokoneistumisesta, jolloin ei voida sanoa, miten työtehtävien kasvu koulutusryhmittäin jakaantui silloin nopeasti tietokoneistuvien alojen kesken. Näin ollen todisteet endogeenista taitovinoutumaa vastaan eivät ole täysin yksiselitteisiä.

<sup>58</sup> Kysyntä kasvoi 3,9 % vuosittain. Tämä on linjassa Autor, Katz ja Kruegerin (1998) kanssa, vaikkakin hieman suurempi. Tutkijat olettavat työtehtäväpohjaisessa mallissaan, ettei palkoilla ole vaikutusta suhteelliseen kysyntään eli työvoimien substituution jousto on 0. Tällöin suhteellisen kysynnän kasvu on vuosittain 3,3 %.

<sup>59</sup> Kruegerin (1993) mukaan tietokoneistuminen 1980-luvulla pystyy selittämään korkeakoulutuksen palkkapreemion kasvusta noin 41 %.

## 4 TAITOVINOUTUNUT TEKINEN MUUTOS KEHITTYNEISSÄ MAISSA YLEISESTI

Tähän mennessä olen osoittanut, että Yhdysvalloissa tekninen kehitys on todennäköisesti ollut taitovinoutunutta ja että taitovinoutuma on kiihtynyt 1970- tai 1980-luvulla. Jotta voidaan osoittaa että, palkkarakenteen muutoksen takana todella on taitovinoutunut tekninen muutos, on pystyttävä osoittamaan Yhdysvalloille havaittujen tulosten pätevän myös muissa kehittyneissä maissa (Kramarz 1999).

Tässä osiossa käyn läpi kehittyneitä maita analysoivat ekonometriset tutkimukset. Tutkin miten suhteellinen tarjonta, palkkarakenne ja kysyntä ovat muuttuneet ja pystyykö taitovinoutunut tekninen muutos selittämään kehityksen. Jaan tarkastelun tutkimusten aineistotyyppien mukaan. Ensinnäkin käsittelen mitä taitovinoutuneen teknisen muutoksen kyvystä selittää palkkarakenteen muutos kehittyneissä maissa voidaan sanoa poikkileikkausaineistolla teollisuudesta. Toiseksi käsittelen paneeli- ja poikkileikkausaineistoja yksilöistä ja teollisuudesta yhdistelevät tutkimukset.

### 4.1 POIKKILEIKKAUSAINEISTO TEOLLISUUDESTA

Kommunikaation, kaupan ja talouden ollessa globaalia, on vaikea kuvitella yhdessä kehittyneessä maassa tapahtuvan uuden merkittävän teknologian käyttöönotto ilman, että se otettaisiin nopeasti käyttöön myös muissa kehittyneissä maissa. Jos yritys voisi siirtää tuotantoteknologiansa työvoimakustannuksilta halvempaan keskeiseen kehittyneeseen maahan, tulisi sen näin tehdä. Toisin sanoen, jos tekninen muutos on taitovinoutunut yhdessä kehittyneessä maassa, täytyy sen pitkällä aikavälillä olla taitovinoutunut myös muissa kehittyneissä maissa (Berman, Bound ja Machin 1998.) Jos näin ei ole, herää epäily onko myöskään Yhdysvalloissa tekninen muutos ollut taitovinoutunutta vai löytyykö palkkarakenteen muutoksen todellinen syy muualta?

Berman, Bound ja Machin (1998) käyttävät Heckscher-Ohlin –mallia, jossa tekninen muutos on eksogeenisesti taitovinoutunutta samanaikaisesti kaikissa talouksissa, jotka käyvät jollain

tuotteella kauppaa. Mallissa palkkarakenteeseen vaikuttaa vain kaikki kehittyneet maat kattava taitovinoutuma. Krugman ja Venablesin (1995) mukaan kehittyneet maat kattava taitovinoutuma vaikuttaa suhteellisiin palkkoihin, koska integroitunut maailmantalous reagoi teknologisiin muutoksiin kuin suljettu talous. Mitä kattavampi taitovinoutunut tekninen muutos on, sitä suurempi on vaikutus maailmanmarkkinahintoihin ja siten palkkoihin.

Berman, Bound ja Machin mallissa on kaksi tuotetta. Yksi ala tuottaa vain yhtä homogeenista tuotetta eikä alan sisällä voi tapahtua siirtymistä taitointensiiviseen tuotteeseen.<sup>60</sup> H-O – mallissa on kaksi työvoimatuotannontekijää, taitava ja taitamaton työvoima, jotka ovat identtiset eri maissa ja täydellisiä substituuotteja keskenään.<sup>61</sup> Integroitunut maailmantalous koostuu monesta pienestä avoimesta taloudesta, jotka kokevat paikallisen taitovinoutuneen teknisen muutoksen. Suhteelliset hinnat ja palkat reagoivat samoin kuin suljetussa taloudessa, jolloin aiemman osion tulkinnat Yhdysvaltojen taitovinoutuneesta teknisestä muutoksesta sekä vaihtoehtoisista teorioista pätevät myös kehittyneisiin maihin yleisesti. Hidastuva taitojen suhteellisen tarjonnan kasvu voi vaikuttaa pienessä avoimessa taloudessa lyhyellä aikavälillä palkkoihin.<sup>62</sup> Oletuksista seuraava nollavoittoehto on

$$p_i = a_{Si}(w)w_s + a_{Ui}(w)w_U,$$

<sup>60</sup> Muuten ala voisi siirtää tuotantoaan ei-taitointensiivisestä taitointensiiviseen tuotteen tuotantoon esimerkiksi tuotteiden suhteellisten hintojen muutoksen seurauksena. Näin ollen taitavan työvoiman suhteellisen työllisyyden parantuminen tietyllä alalla ei kertoisi taitovinoutuneesta teknisestä muutoksesta. Berman, Bound ja Machin (1998) tutkivat taitojen yleistymistä 28 alalla sekä tehdaskohtaisesti. Tehtaissa voidaan paremmin olettaa homogeeninen tuotanto. He eivät löytäneet tuloksista suuria eroja, joten alakohtainen tarkastelu on toimiva eikä kerro tuotannon siirtymisestä taitointensiiviseen tuotteeseen alan sisällä.

<sup>61</sup> Yhdysvaltoja analysoitaessa on huomattu, ettei  $\sigma \rightarrow \infty$ , vaan työvoiman suhteellinen tarjonta vaikuttaa palkkoihin. H-O –malli toimii kuitenkin pitkällä aikavälillä, jolloin tuotannontekijät voivat siirtyä alalta toiselle ja palkat määrittyvät täysin joustavan kysyntäkäyrän perusteella. Näin ollen paikallisen taitovinoutuneen teknisen muutoksen lyhyen ja pitkäaikavälin vaikutukset voivat erota. Koska taitavan työvoiman kysyntätrendi on kasvanut Yhdysvalloissa vuosikymmeniä, pitkäaikavälin malli voi olla myös globaalisti relevantti.

<sup>62</sup> Tuotannossa ei ole skaalaetuja, tuotantofunktiot ovat kvasikonkaavit, kilpailu on täydellistä, tuotteet tuotetaan tasapainossa, kysynnän hintajousto tuotteille on 1 ja tuotteiden maailmanhinnat ovat parametreja. Näistä oletuksista seuraa, että tuotteet tuotetaan marginaalikustannuksilla, koska yrityksillä ei ole maissa kustannuksia markkinoille tulosta ja skaalatuotto on vakio, jolloin voitot ovat nolla.



jossa  $p_i$  on tuotteen  $i$  maailmanhinta.  $a_{li}$  on tuotannontekijän  $l$  kysyntävektori yhdelle yksikölle tuotetta  $i$  ja on palkkavektorin  $w$  funktio. Mallissa taitovinoutuma ei vaikuta palkkapreemioon, annetuilla tuotteiden hinnoilla.<sup>63</sup>

Empiriassa käytetty aineisto tulee United Nations General Industrial Statistics Databasesta. Teollisuusaineisto kattaa 28 valmistusteollisuuden alaa, joiden määrittely on konsistentti tarkasteltavissa kehittyneissä maissa.<sup>64</sup> Aineisto työllisyydestä ja palkkaosuudesta on konsistentti tutkittavissa maissa. Näissä maissa on suuri tuottavuus, joten niissä on suurimmalla todennäköisyydellä käytössä sama teknologia. Tarkasteltavien vuosien 1970, 1980 ja 1990 luvut tulevat alun perin kansallisilta tilastokeskuksilta, joten verrattavat vuodet eivät välttämättä ole kaikissa maissa tarkalleen samat. Ei-tuotannossa työskenteleviä käytetään proxynä taitavalle työvoimalle. Heistä 76 prosentilla oli vähintään jonkin verran korkeakoulutusta. Taitamattoman työvoiman proxy on tuotantotyöntekijät. Heistä 61 prosentilla oli enintään toisen asteen koulutus.<sup>65</sup> Näin ollen määritelmillä voidaan saada selville osa korkeakoulutuksen vaikutuksesta palkkapreemioon. Palkkamuuuttuja käsittää kaikki maksut ja työnantajan suoraan maksamat edut ja tulonsiirrot työntekijöille.

Huolimatta tarkasteltavien maiden eroista työmarkkinainstituutioissa kaksi yhteistä piirrettä nousi esiin. Ensinnäkin taitamaton työvoima kärsi kaikissa tarkastelluissa maissa työllisyysosuudessa 1970- ja 1980-luvuilla.<sup>66</sup> Toiseksi 1970-luvulla taitojen palkkapreemio laski maissa keskimäärin ja nousi 1980-luvulla 7 maassa kymmenestä.<sup>67</sup> Yhdysvalloissa

---

<sup>63</sup> Mallissa on rajoituksia, kun siirrytään suurempiin avoimiin talouksiin. Vaikka globaalin ja paikallisen teknisen muutoksen vaikutuksen erot ovat suurimmillaan pienessä avoimessa taloudessa, ne voivat olla suuria myös yleisemmissä kansainvälisen kaupan malleissa erityisesti, jos tuotteiden kysyntä on joustavaa.

<sup>64</sup> Maat ovat Yhdysvallat, Norja, Luxembourg, Ruotsi, Australia, Japani, Tanska, Suomi, Länsi-Saksa, Itävalta, Iso-Britannia ja Belgia.

<sup>65</sup> Kun Autor, Levy ja Murnane tutkivat miten *työtehtävien* panos on muuttunut, Berman Bound ja Machin tutkivat miten *eri työtehtäviä tekevien työntekijöiden panos* on muuttunut. Näkökulmaero vaikuttaa tuloksiin, jos työntekijät tekevät useita työtehtäviä.

<sup>66</sup> Taitavan työvoiman työllisyysosuus kasvoi Yhdysvalloissa 1970-luvulla alojen sisällä vuosittain 0,20 % eli kehittyneiden maiden keskiarvoa 0,40 % hitaammin. 1980-luvulla kasvu oli Yhdysvalloissa 0,30 % eli keskiarvoa 0,28 % nopeampaa. Tuotantotyön ulkoistaminen kehittyviin maihin voisi olla työllisyysosuuden kasvun syy. Ulkoistamisen suora vaikutus työllisyysosuuden kasvuun oli enintään 16 % aikavälillä 1973-1987 olettaen, ettei vuonna 1973 ollut lainkaan ulkoistettua työtä. Näin ollen pääasiallinen syy löytyy muualta.

<sup>67</sup> Kehittyneissä maissa keskimäärin muutos 1970-luvulla oli -1,8 % ja 1980-luvulla +4,2 %. 1980-luvulla palkkapreemio ei noussut Suomessa, Ruotsissa tai Belgiassa, jolloin maat kävivät läpi rakenteellisia muutoksia. Täten näiden maiden tulosten yleistettävyyteen täytyy suhtautua varauksella. Yhdysvalloissa muutos oli 1970-luvulla -2 % ja 1980-luvulla +7 %. Palkkapreemion variaatio maittain voi olla konsistentti H-O -mallin kanssa,

työllisyyden kasvu oli 1980-luvulla samansuuruinen kuin kehittyneissä maissa keskimäärin. Sen sijaan palkkapreemion kasvu kiihtyi 1980-luvulla merkittävästi enemmän Yhdysvalloissa kuin maissa keskimäärin. Tämä kaava on suurin piirtein konsistentti Krugman-hypoteesin kanssa olettaen identtinen kysyntäsokki. Tällöin taitovinoutunut tekninen muutos olisi kattanut kehittyneet maat (Berman, Bound ja Machinin 1998.)

Tutkijoiden päätelmä on kuitenkin syytä kyseenalaistaa kahdesta syystä: Ensinnäkin suhteellisen työllisyyden olisi Krugman-hypoteesin mukaan pitänyt kasvaa kehittyneissä maissa 1980-luvulla Yhdysvaltoja nopeammin annettuna palkkapreemion muutokset (vain kahdessa maassa palkkapreemio kasvoi nopeammin kuin Yhdysvalloissa 1980-luvulla). Näin ei kuitenkaan tapahtunut ja vain kolmessa maassa yhdeksästä kasvu oli Yhdysvaltoja ripeämpää. Toiseksi suhteellisen työllisyyden kasvu kiihtyi 1980-luvulla Yhdysvalloissa ja hidastui Euroopassa, mikä on hypoteesin vastaista. Tätä ei voida hypoteesia tukevasti selittää muutosten lähtötasoilla 1970-luvulla, sillä Euroopassa 1970-luvulla havaittu Yhdysvaltoja nopeampi suhteellisen työllisyyden kasvu ei johtunut samanaikaisesta Yhdysvaltoja suuremmasta palkkapreemion laskusta. Näin ollen saadaan kyseenalaistettua melko voimakkaasti Berman, Bound ja Machinin (1998) tulkinta, jonka mukaan kehittyneissä maissa nähtiin kattava eksogeeninen taitovinoutuma ja maiden erot johtuvat Krugman-hypoteesistä.

Sen sijaan endogeeninen taitovinoutunut tekninen muutos pystyy selittämään tulokset eksogeenista paremmin. Kehittyneiden maiden palkkajäykkyydestä suhteessa Yhdysvaltoihin aiheutui voittokannuste kehittää myös taitamattoman työvoiman suhteellista tuottavuutta parantavia teknologioita Euroopassa. Näin ollen taitamattoman työvoiman suhteellinen työllisyys pieneni vähemmän Euroopassa kuin mitä Krugman-hypoteesi ennustaisi annetulla Yhdysvaltojen työmarkkinoiden käyttäytymisellä.

Tarkastelemalla palkkaosuuden muutosta saadaan yhdistettyä suhteellisen työllisyyden ja palkan kehitys. Berman, Bound ja Machinin mukaan kaikissa tarkastelluissa maissa taitavien työntekijöiden palkkaosuus kasvoi sekä 1970- että 1980-luvuilla lukuun ottamatta 1980-

---

koska lyhyellä aikavälillä paikallinen taitojen tarjonta tai institutionaaliset tekijät voivat vaikuttaa suhteellisiin palkkoihin, vaikka pienen avoimen talouden oletukset pätsisivätkin pidemmällä aikavälillä.

luvun Belgiaa. Näin ollen suhteellinen kysyntä kasvoi palkkaosuuden perusteella myös kehittyneissä maissa keskimäärin, kun  $\sigma \approx 1$ . Yhdysvalloissa kysynnän kasvu kiihtyi 1980-luvulla, kuten myös Autor, Katz ja Krueger (1998) osoittivat. Sen sijaan kehittyneiden maiden kasvun keskiarvo pysyi kahtena vuosikymmenenä lähes samana kasvun jopa hieman hidastuen 1980-luvulla. Yhdysvaltojen ja muiden maiden ero korostuu entisestään, jos  $\sigma > 1$ . Tällöin palkkapreemion muutos kontribuoi suhteellisen tarjonnan kehitystä enemmän kysynnän muutoksessa. Koska Yhdysvalloissa palkkapreemio kasvoi 1980-luvulla huomattavasti kehittyneiden maiden keskiarvoa nopeammin, kysyntöjen kasvun ero näyttäytyi Berman, Bound ja Machinin tuloksia merkittävästi suurempana, kun  $\sigma > 1$ .

Empiirisessä osiossa Berman, Bound ja Machin testasivat kahdella tavalla onko taitovinoutunut tekninen muutos kattanut kehittyneet maat? Ensinnäkin tutkitaan löydetäänkö Katz ja Murphyn (1992) havaitsema alojen sisällä tapahtuva taitojen suhteellisen työllisyyden kasvu sekä Autor, Katz ja Kruegerin (1998) havaitsema alojen sisäinen palkkaosuuden kasvu Yhdysvaltojen lisäksi myös muista kehittyneistä maista. Berman, Bound ja Machin käyttävät testauksessa yhtälöä 3.5 vastaavaa formulointia.

Aiemmin on osoitettu, että suhteellisen kysynnän kasvu on ollut nopeinta eniten tietokoneistuneilla aloilla Yhdysvalloissa. Näin ollen toiseksi tutkitaan onko suhteellisen työllisyyden kasvu keskittynyt samoille aloille eri maissa. Tämä perustuu oletukseen, että globaalissa taloudessa alakohtaiset innovaatiot leviävät maasta toiseen kaupan ja tehokkaan kommunikaation kautta.

Taitavan työvoiman suhteellinen työllisyys kasvoi 1970- ja 1980-luvuilla kaikissa tarkastelluissa maissa ja tämä kasvu johtui pääasiassa alojen sisällä tapahtuvasta muutoksesta. Työllisyyden muutos keskittyi maissa keskimäärin Yhdysvaltoja huomattavasti enemmän alojen sisälle 1980-luvulla. Tästä voidaan päätellä, että SBTC kontribuoi kehittyneissä maissa keskimäärin Yhdysvaltoja enemmän suhteellisen kysynnän kokonaiskasvuun. Lisäksi myös palkkaosuuden kasvusta suurin osa tapahtui alojen sisällä.<sup>68</sup> Tämä on ensimmäinen vahva todiste kehittyneet maat kattavan SBTC:n puolesta.

---

<sup>68</sup> Toinen tulkinta alojen sisällä tapahtuvasta taitojen kysynnän kasvusta on kasvaneet pääomainvestoinnit ja pääoman ja taitojen komplementtisuus. Pääomainvestointien määrän kasvu valmistusteollisuudessa Yhdysvalloissa ei kuitenkaan ollut tarpeeksi suuri luomaan havaittua suhteellisten palkkojen kasvua.

Miten sitten havaittu taitovinoutunut tekninen muutos kehittyi tarkasteltavissa maissa? Palkkaosuuksien kasvuluvut viittaavat taitojen kysynnän kasvun kiihtyneen Yhdysvalloissa verrattuna kehittyneisiin maihin keskimäärin 1980-luvulla. Sen sijaan alojen sisäiset muutokset viijaavat SBTC:n hidastuneen Yhdysvalloissa 1980-luvulla, kuten myös Autor, Katz ja Krueger (1998) havaitsivat, ja kiihtyneen muissa maissa.<sup>69</sup> Näin ollen ei ole mahdollista sanoa yksiselitteisesti palkkaosuuden muutosten perusteella onko kehittyneet maat kattava eksogeeninen SBTC kiihtynyt, pysynyt vakiona vai hidastunut (Berman, Bound ja Machin 1998.)

Toinen tapa tutkia onko taitovinoutunut tekninen muutos kattanut kehittyneet maat, on testata, keskittykö suhteellisen työllisyyden kasvu kaikissa maissa samoille aloille. Suhteellisten palkkojen ollessa vakiot, kehittyneet maat kattavasta SBTC:stä seuraa alojen sisäisen taitojen yleistymisen korreloiminen kaikissa maissa, jotka tuottavat tietyn alan tuottamaa tuotetta. Yhdysvaltojen alojen sisäinen taitojen lisääntyminen korreloi positiivisesti ja erittäin voimakkaasti Ruotsin, Tanskan, Suomen, Iso-Britannian ja Belgian kanssa 1980-luvulla. Korrelaatio on positiivinen myös loppujen kolmen maan kanssa. 36:sta maiden välisestä korrelaatiosta 33 oli positiivisia. 11 korrelaatioita ovat tilastollisesti merkitseviä 5 % tasolla. Tulokset olivat yhtä vahvoja myös käyttämällä palkkaosuuksia työllisyysosuuksien sijaan sekä käyttämällä aineistoa 1970-luvulta (Berman, Bound ja Machin 1998.)<sup>70</sup> Näin saadaan toinen vahva todiste kehittyneet maat kattavasta SBTC:stä.

---

Yhdenmukaisesti aiemman analyysin kanssa myöskään kasvanut kansainvälinen kauppa tai ulkoistaminen eivät pysty selittämään alojen sisäistä taitojen suhteellisen kysynnän kasvua. OECD-maissa yleisesti noin 70 % palkkojen muutoksista, annettuna tuotannontekijöiden muutokset, selittyy SBTC:llä, kun taas kaupan vaikutus oli alle 10 %. Vaikkakin SBTC on taitojen suhteellisen kysynnän kasvun pääasiallinen selitys, myös kauppa ja sektorivinoutunut tekninen muutos ovat kontribuoineet kasvuun (Berman, Bound ja Machinin 1998.)

<sup>69</sup> Eron voi selittää esimerkiksi suurempi Stolper-Samuelson vaikutus lisääntyneen kaupan johdosta Yhdysvalloissa verrattuna Eurooppaan, mikä vaikuttaa negatiivisesti alojen sisäiseen työllisyyteen yritysten korvatta kallistunutta tuotannontekijää. Lisäksi Yhdysvalloissa on voinut olla suurempi sektorivinoutunut tekninen muutos kuin Euroopassa, mikä ei kasvata suhteellista työllisyyttä alojen sisällä.

<sup>70</sup> Jos suhteelliset palkat muuttuvat identtisesti eri maissa, korrelaatiot voivat kertoa taitovinoutuman lisäksi alojen samankaltaisesta reagoinnista palkkojen muutoksiin. Berman, Bound ja Machin (1998) testasivat tätä tutkimalla maa-pareja, joissa suhteelliset palkat muuttuivat samaan suuntaan verrattuna maa-pareihin, joissa suhteelliset palkat muuttuivat eri suuntiin. Maa-pareissa, joissa havaittiin vastakkainen suhteellisten palkkojen kehitys 1980-luvulla, kuudessa 18:sta oli tilastollisesti merkittävä positiivinen korrelaatio 5 % tasolla. 1970-luvulla tulos oli samansuuntainen. Sen lisäksi, että korrelaatiot eivät ole negatiivisia maa-pareille, joissa palkat muuttuvat eri suuntiin, ne ovat merkittävästi positiivisia. Näin ollen voidaan päätellä, ettei korreloitunut alojen sisäinen taitojen yleistymisen johdu suhteellisten palkkojen muutoksesta.

Maiden väliset korrelaatiot paljastavat, että teknologinen muutos on ollut useassa maassa melko samanlainen. Vaikka Pohjoismaiden työmarkkinainstituutioiden, kaupan rakenne ja makrotaloudellinen kehitys 1980-luvulla erosivat hyvin voimakkaasti Yhdysvalloista ja Iso-Britanniasta, tekninen muutos näyttäytyy maissa samalla tavalla. Tämä on vahva todiste kehittyneet maat kattavasta SBTC:stä, joka aiheutti taitamattoman työvoiman suhteellisen kysynnän laskun kehittyneissä maissa (Berman, Bound ja Machin 1998.)

Miksi alojen sisäinen kasvu korreloi eri maissa? Selitys löytyy teknologiasta. Valmistusaloilla Yhdysvalloissa havaittiin suurin taitojen suhteellisen työllisyysosuuden kasvu 1980-luvulla, havaittiin mikroprosessoriteknologian leviäminen. 46 % alojen sisäisestä taitojen kysynnän kasvusta keskittyi kolmelle nopeasti tietokoneistuvalla alalla. Alat olivat sähköinen kone- ja konetoimiala (sisältäen tietokoneet) sekä tulostus- ja julkaisutoimialat. Näillä kolmella alalla oli korkein tietokoneinvestointien aste Yhdysvalloissa 1980-luvulla, lukuun ottamatta puolustukseen ja avaruuteen liittyviä investointeja (Berman, Bound ja Machinin 1998.) Myös Autor, Katz ja Krueger (1998) ja Autor, Levy ja Murnane (2003) havaitsivat samansuuntaiset tulokset. SBTC ei välttämättä rajoittunut vain 1980-luvulle, sillä samat kolme alaa kattaa vain hieman pienemmän osan (34 %) alojen sisäisestä taitojen päivityksestä 1970-luvulla. Berman, Bound ja Machinin mukaan mikroprosessoriin pohjaavat teknologiat olivat SBTC:n pääasiallinen syy läpi kehittyneen maailman 1980-luvulla.<sup>71</sup>

Kehittyneiden maiden väliset erot suhteellisten palkkojen ja työllisyyden muutoksissa eivät johdu Berman, Bound ja Machinin (1998) mukaan eroista pitkän aikavälin SBTC:ssä. Heidän mukaansa paremman selityksen voi tarjota erot lyhyenaikavälin paikallisessa taitojen suhteellisen tarjonnan kasvussa sekä instituutioissa. Tutkimuksen perustelut eivät olleet aina yksiselitteisiä, eivätkä tutkijat analysoi kausaalisuutta. Endogeeninen SBTC pystyy selittämään Berman, Bound ja Machinin tulokset eksogeenista paremmin. On myös korostettava, ettei tutkimus mittaa suoraan korkeakoulutettujen suhteellista asemaa ja lisäksi aineisto koskee vain valmistusteollisuutta.

---

<sup>71</sup> Berman, Bound ja Machinin (1998) mukaan myös *kehittyvissä* maissa havaitaan SBTC.

## 4.2 PANEELI- JA POIKKILEIKKAUSAINEISTO YKSILÖISTÄ JA TEOLLISUUDESTA

Tähän mennessä käsitellyissä tutkimuksissa teknologian proxynä on käytetty tietokoneistumista ja laitepääoman määrää. Machin ja Van Reenen (1998) tutkivat taitojen kysynnän kasvun yhteyttä teknologian suoraan mitattava indikaattoriin, tutkimus- ja kehitysmenoihin (T&K), seitsemässä OECD-maassa.<sup>72</sup> Vuonna 1960 yritysten rahoittamat toimistolaskentaan kohdistuvat T&K olivat 3 % koko yritysten rahoittamista T&K:sta. Vuonna 1987 suhde oli kasvanut 13 prosenttiin. Tämä osoittaa, että nopean taitavan työvoiman tarjonnan kasvun aikana on suunnattu huomattavasti enemmän T&K:a teknologioihin, jotka ovat mahdollisesti eniten komplementteja taitojen kanssa (Acemoglu 1998.)

Machin ja Van Reenen pyrkivät osoittamaan, että SBTC on kansainvälinen ilmiö valmistusteollisuudessa. Tämän osoittaakseen, he yhdistävät useita paneeliaineistoja vuosilta 1973-1989. Aineisto arvonlisästä ja investoinneista tulee teollisuuden tasolta kerätystä OECD:n STAN –paneeliaineistosta. Aineisto on konsistentti maittain, vaikka alkuperäisinä lähteinä ovatkin kansalliset tilastokeskukset. Lisäksi OECD:n tietokannoista käytetään ANBERD-tietokantaa, josta saadaan tietoa T&K:sta aloittain sekä kansainvälisestä kahdenvälisestä kaupasta.<sup>73</sup> Toimialan T&K mitataan yritysten johtamasta T&K:sta riippumatta kuka sen rahoittaa.

Taidoista, palkoista ja työllisten määrästä kertova aineisto tulee samasta valmistusteollisuutta käsittelevästä aineistosta kuin Berman, Bound ja Machinilla (United Nations Industrial Statistics Database). Aikasarja on käyttökelpoinen 15 alalle. Berman, Bound ja Machinin käyttämä ammattiin perustuva määrittely taitavasta ja taitamattomasta työvoimasta voi olla ongelmallinen, koska se ei kerro suoraan korkeakoulutuksen merkityksestä. Tästä syystä Machin ja Van Reenen jakoivat työvoiman myös koulutusryhmittäin yhdistämällä teollisuusaineistoon poikkileikkausyksilöaineisto Ranskasta

---

<sup>72</sup> Maat olivat Yhdysvallat ja Iso-Britannia, Ranska ja Saksa, Tanska ja Ruotsi ja Japani.

<sup>73</sup> OECD:n T&K-mittarilla on monta etua verrattuna muihin teknologian mittareihin. Se on konsistentti yli ajan ja eri maissa, se ulottuu pidemmälle kuin mittarit tietokone- tai informaatioteknologiainvestoinneista ja se on rahamääräinen toisin kuin esimerkiksi patentit, jotka voivat muuttua laadultaan. Lisäksi tietokoneiden käyttö työssä ei kerro käytettävän tietokoneen laadusta mitään. Mittarin heikkous on, ettei se mittaa teknologisen kehityksen tuotosta vaan panosta. Useat tutkimukset ovat kuitenkin osoittaneet, että T&K-panos on melko hyvä innovaatioprosessin tuotosten proxy (Machin ja Van Reenenin 1998.)

(Enquete Emploi), Saksasta, Japanista, Iso-Britanniasta ja Yhdysvalloista (CPS). Yhdistämällä aineistot saadaan maakohtainen aikasarja suhteellisista palkoista, työllisyydestä ja arvonlisästä sekä T&K:sta. Huolimatta mahdollisista eroista koulutusryhmien määrittelyssä maiden välillä, tutkijat jakoivat työvoiman koulutuspohjaisesti aloittain. He keskittyivät vain korkeakoulutettujen työllisyysosuuteen aloittain, jolloin ei voida valitettavasti analysoida miten taitavan työvoiman palkka- ja työllisyysosuus kehittyi suhteessa 2. asteen koulutettuihin. Metodilla saadaan kuitenkin informaatioita korkeakoulutettujen suhteellisen aseman muutoksesta.

Kaikissa tarkastelluissa maissa taitavan työvoiman suhteellinen työllisyys parani, mutta palkkarakenne muuttui merkittävästi vain Iso-Britanniassa ja Yhdysvalloissa.<sup>74</sup> Tarkastelussa ei ole enää mukana Ruotsia tai Tanskaa. Korkeakoulutustaso pysyi Yhdysvalloissa korkeimpana. Vertailuissa mukana on kuitenkin vain 5 maata, jolloin yleistettävyyks on rajallinen.<sup>75</sup>

Tutkijat jakoivat korkeakoulutettujen työllisyys- ja palkkaosuuden kasvun alojen väliseen ja sisäiseen kasvuun samalla metodilla kuin Berman, Bound ja Machin (1998). Kaikissa tarkastelluissa maissa suuri enemmistö korkeakoulutettujen suhteellisen työllisyyden kasvusta tapahtui alojen sisällä ja kasvu tapahtui eri maissa samoilla aloilla (tietokoneet ja ei-sähköiset koneet, työtarvikkeet kuten instrumentit ja paperi, paino ja julkaisu). Tulos vahvistaa Berman, Bound ja Machinin havainnot ja on vahva todiste kehittyneet maat kattavan taitovinoutuneen teknisen muutoksen puolesta.

Kaikki maat kasvattivat T&K:n osuutta arvonlisästä (jatkossa T&K) aikavälillä 1973-1989 huomattavasti. Vuonna 1973 osuus oli selkeästi korkein Yhdysvalloissa ja vaikka muut maat ottivat Yhdysvaltoja kiinni, vuonna 1989 osuus oli edelleen korkein Yhdysvalloissa. Maiden väliset T&K-korrelaatiot ovat vahvempia kuin suhteellisen työllisyyden kasvun korrelaatiot. Täten myös muut tekijät kuin T&K kasvattivat taitavan työvoiman suhteellista kysyntää.

---

<sup>74</sup> Ei-tuotantotyöntekijöiden suhteellinen työllisyys- ja palkkaosuus sekä palkkapreemio käyttäytyivät yhdenmukaisesti Berman, Bound ja Machinin (1998) havaintojen kanssa. Näin ollen keskityn korkeakoulutettujen aseman analysointiin.

<sup>75</sup> SBTC:n lisäksi lisääntynyttä kansainvälistä kauppaa parempi selitys kysynnän kasvulle saattaa olla instituutioiden vallan väheneminen Iso-Britanniassa ja Yhdysvalloissa verrattuna muihin maihin.

Seuraavaksi tutkijat analysoivat formaalisti ovatko samat alat kokeneet samanaikaisesti suhteellisen työllisyyden kasvun ja teknisen muutoksen eri maissa (ks. Machin ja Van Reenenin [1998] yhtälö 2). Toisin sanoen, miten toimialan T&K pystyvät selittämään alan sisäisen suhteellisen työllisyyden kasvun maittain. Teknologia oletetaan eksogeeniseksi ja olevan luonnostaan komplementti taitavan työvoiman kanssa.

Kaikki muuttujat T&K:n suhteen ovat positiivisia ja melkein aina tilastollisesti merkittäviä 5 % tasolla. Näin ollen regressio osoittaa hyvin selkeästi taitojen päivityksen ja T&K suhteen.<sup>76</sup> Alat, joiden T&K olivat suurimmat, kasvattivat eniten taitavan työvoiman työllisyys- ja palkkaosuuksia kaikissa maissa. Machin ja Van Reenenin (1998) mukaan merkittävät korrelaatiot ovat hyvin vakuuttava todiste sen puolesta, että nopeampi suhteellisen työllisyyden kasvu alalla liittyy keskimääräistä korkeampaan alan T&K-intensiteettiin kaikissa maissa. Tämä tukee voimakkaasti SBTC:n hypoteesia.<sup>77</sup>

Acemoglun (1998) mukaan erittäin tärkeä tuleva tutkimuskohde oli testata seurasiko eksogeenisen suhteellisen työllisyyden kasvun jälkeen T&K:n suuntaaminen aiempaa useammin teknologioihin, jotka ovat komplementteja korkeakoulutettujen kanssa. Näin ollen varmasti myös Acemoglu jakaisi mielenkiintoni Machin ja Van Reenenin seuraavaan pohdintaan voivatko T&K olla eksogeenisen sijaan endogeeninen tekijä.

Tutkijoiden alkuperäisissä regressioissa T&K laskettiin periodin keskiarvona. Tutkijat estimoivat yhtälönsä 2 myös käyttämällä viiveellistä T&K:a. Tämän avulla voitaisiin nähdä riippuvatko T&K viiveellä palkkaosuuden kasvusta. Lisäksi he laskivat yhtälön ottamalla mukaan ensimmäisen vuoden 1973 T&K:n arvon. Ottamalla alkuperäinen arvo mukaan korrelaatio on edelleen merkittävä eikä myöskään viive muuta kriittisesti tuloksia. Tämä

---

<sup>76</sup> Vain kolme kerrointa 17:sta eivät olleet tilastollisesti merkittäviä, joista yksi oli Yhdysvaltojen suhteellisen työllisyyden korrelaatio T&K:n kanssa. Kuitenkin myös se oli positiivinen. Regressiota ei laskettu Tanskan korkeakoulutuksen, Ranskan ei-tuotantotyöntekijöiden palkka- ja työllisyysosuuden eikä Saksan ei-tuotantotyöntekijöiden palkkaosuuden suhteen. Näin ollen tulosten yleistettävyyks heikkenee.

<sup>77</sup> Vaihtoehtoinen teknologian mittari T&K:lle on Autor, Katz ja Kruegerin (1998) sekä Autor, Levy ja Murnanen (2003) hyödyntämä tietokoneiden käyttö eri maissa ja aloilla. Machin ja Van Reenen (1998) osoittavat tietokoneiden käytön ja T&K:n korrelaation olevan korkea maiden välillä. He toistivat aiemman regression käyttämällä tietokoneiden käyttöä selittävänä tekijänä ja tulokset olivat samat. Myös pääomaintensiteetin ja taitojen päivityksen korrelaatio on positiivinen. Tutkijat laskivat myös pystyykö lisääntynyt kansainvälinen kauppa selittämään työmarkkinoiden muutokset ja päättyivät muiden tutkijoiden kanssa samaan lopputulokseen, ettei pelkkä kauppa pysty selittämään muutoksia.



johtuu Machin ja Van Reenenin mukaan siitä, että vuosittaiset muutokset T&K:ssa tapaavat olla pieniä (esim. korkeiden sopeuttamiskustannusten vuoksi). Tällöin ajoitus, jolla T&K yhtälöön sisällytetään, ei vaikuta suuresti lopputulokseen. Tutkijoiden mukaan endogeeninen teknologia ei ole suuri ongelma ja riittää, että luovutaan teknologian jyrkästä eksogeenisuudesta ja siirrytään oletukseen ennalta määräytyvästä teknologiasta.

Kyseessä on kriittinen kysymys pyrittäessä selvittämään onko endo- vai eksogeeninen taitovinoutunut tekninen muutos käyttökelpoisempi teoria. Näin ollen olisi ollut hyvin mielenkiintoista tietää tarkemmin miten kausaalisuus tutkittiin ja kuinka suuria viiveitä käytettiin. Kausaalisuus endogeenisen SBTC:n mukaan on seuraava: suhteellisen tarjonnan kasvusta seuraa taitovinoutuneen T&K:n kasvu, josta seuraa palkkapreemion kasvu. Näin ollen palkkaosuuden käyttäminen selittävänä tekijänä voi vääristää analyysia, sillä suhteellisten palkkojen muutos (esimerkiksi eksogeenisestä SBTC:stä johtuen) vaikuttaa palkkaosuuteen. Sen sijaan, että testattiin johtuuko T&K:n kasvu palkkaosuuden kasvusta, olisi ollut hedelmällisempää tutkia johtuuko T&K:n kasvu viiveellä suhteellisen tarjonnan kasvusta. Näin ollen Machin ja Van Reenenin tulokset eivät ole yksiselitteinen todiste endogeenista taitovinoutunutta teknistä muutosta vastaan.

Machin ja Van Reenen (1998) saivat mielenkiintoisen tuloksen tutkimalla T&K:n ulkoisvaikutuksia. Tutkijat laskivat aloittain kaikkien maiden (paitsi Japanin) T&K yhteen ja normalisoivat luvun maailman toimialakohtaisella arvonlisällä. Tuloksiin on syytä suhtautua varauksella mittausvaikeuden sekä maan oman ja ulkoisvaikutus-T&K:n vahvan korrelaation vuoksi. Tulos ansaitsee kuitenkin huomion: Iso-Britanniassa ja Yhdysvalloissa ulkoisvaikutusmuuttuja oli pieni ja tilastollisesti merkityksetön. Sen sijaan muissa maissa kerroin oli positiivinen ja tilastollisesti merkitsevä ja maan omien T&K:n kerroin muuttui tilastollisesti merkityksettömäksi. Tuloksista voidaan päätellä, että Iso-Britannian ja Yhdysvaltojen T&K tuottivat muita maita paremmin kansallisia ja kansainvälisiä korkeakoulutettujen suhteellista kysyntää kasvattavia teknologioita. Tulos osoittaa myös, ettei oman maan T&K-intensiteetin kasvaminen automaattisesti korreloi maan suhteellisen työllisyyden kasvun kanssa. Näin ollen pienessä maassa ei ole endogeenisen SBTC:n mukaista voittokannustetta T&K:n kasvattamiseen muuten kuin ulkoisvaikutus-T&K:n kautta. Tulosten

perusteella tarkastelluista maista vain Yhdysvalloissa ja Iso-Britanniassa on mahdollista havaita endogeeninen SBTC.

## 5 TAITOVINOUTUNUT TEKNINEN MUUTOS RANSKASSA

Edellisen osion perusteella taitovinoutuneen teknisen muutoksen teoria pystyy selittämään palkkarakenteen muutokset Yhdysvaltojen lisäksi myös kehittyneissä maissa yleisesti annettuna suhteellisen työllisyyden muutokset. Chauvelin (2010) mukaan Euroopan maiden välillä on suuria eroja hyvinvointijärjestelmissä, jolloin voi olla mahdollista, että myös taitovinoutuneen teknisen muutoksen vaikutuksessa on eroja maittain. Berman, Bound ja Machinin (1998) päätelmät taitovinoutuneen teknisen muutoksen kattavuudesta eivät olleetkaan ongelmattomia, eikä heidän tarkastelussaan ollut mukana Ranskaa. Machin ja Van Reenenin (1998) tarkastelussa oli mukana myös Ranska. He osoittivat monilla mittareilla taitovinoutuman pätevän Euroopan maissa, mutta tulokset Ranskalle olivat muita maita suppeampia.

Näin ollen on hyvin mielenkiintoista tutkia miten SBTC pystyy selittämään suhteellisen palkan ja työllisyyden muutokset Ranskassa, jonka työmarkkinat ja palkat ovat Katz, Loveman ja Blanchflowerin (1995) mukaan hyvin jäykät. Jos taitovinoutunut tekninen muutos läpäisee myös tämän tulikokeen, saadaan hyvin vahva todiste teorian käyttökelpoisuudesta.

Seuraavaksi käyn läpi Ranskaa käsittelevät ekonometriset tutkimukset. Selvitän miten suhteellinen tarjonta, palkkarakenne ja kysyntä ovat muuttuneet ja miten taitovinoutunut tekninen muutos pystyy selittämään kehityksen. Ensinnäkin käyn läpi paneeliaineistoa käyttävät tutkimukset. Toiseksi tutkin mitä taitovinoutuneen teknisen muutoksen kyvystä selittää havaitut muutokset voidaan sanoa paneeli- ja poikkileikkausaineistoa teollisuudesta analysoivien tutkimusten avulla. Kolmanneksi käsittelen ala- ja tietokonesoluja käyttävät analyysit.

## 5.1 PANEELIAINEISTO

Katz, Loveman ja Blanchflower (1995) tutkivat miten taitavan työvoiman työllisyysosuus ja palkkarakenne käyttäytyivät Ranskassa. Heidän aineistonsa tulee Declarations Annuelles de Salaires (DAS) –aineistosta vuosilta 1967-1987 lukuun ottamatta vuosia 1981, 1982 ja 1983. Työntekijät koostuvat täysaikaisista työntekijöistä yksityisissä ja puoliyksityisissä yrityksissä. Palkkamuuuttuja muokataan mittaamaan tuntipalkkaa. Tutkijat vertasivat tuloksiaan Yhdysvaltoihin. Aineisto Yhdysvalloille tulee vuosilta 1967-1991 March CPS:stä, josta otetaan koulutusryhmittäin poikkileikkausaineisto vuosilta 1979, 1987 ja 1991.

Katz, Loveman ja Blanchflowerin (1995) mukaan taitavan työvoiman työllisyysosuuden kasvu oli voimakasta Ranskassa 1970- ja 1980-luvuilla.<sup>78</sup> Palkkapreemio laski 1970-luvulla ja kasvoi hyvin hitaasti vuodesta 1984 alkaen.<sup>79</sup> 1980-luvun hidas kasvu saattoi johtua taitavan työvoiman suhteellisen tarjonnan nopeasta, tai jopa kiihtyvästä, kasvusta edelleen 1980-luvulla. Näin ollen tulokset ovat linjassa taitovinoutuneen teknisen muutoksen kanssa. Koska suhteellisen tarjonnan kasvu oli 1980-luvullakin Yhdysvaltoja hitaampaa, teoria ei kuitenkaan onnistu selittämään maiden välistä eroa palkkapreemion kehityksessä.

Ranskassa ammatin sisäinen palkkaero kaventui huomattavasti 1960-luvun lopulta 1980-luvulle tarkasteltaessa miehiä.<sup>80</sup> Yhdenmukaisesti aiemmin osoitetun kanssa ryhmien välinen ja sisäinen palkkaero kasvoivat Yhdysvalloissa 1980-luvulla. Sen sijaan Ranskassa palkkaerot eivät nousseet vuoteen 1984 asti, mutta tämän jälkeen palkkaerot alkoivat kasvaa. Näin ollen muissa maissa esiintynyt maiden palkkarakenteen muutos saattoi tapahtua Ranskassa viiveellä.

Katz, Loveman ja Blanchflower jakoivat talouden kolmeen alaan (maatalous, teollisuus ja palvelut) ja tutkivat miten työllisyysosuudet muuttuivat aloittain. Ranskassa merkittävä osa

---

<sup>78</sup> Suhteellinen työllisyys kasvoi vuosittain aikavälillä 1970-1979 3,9 % ja vuosina 1979-1990 5,0 %.

<sup>79</sup> Palkkapreemio laski vuosittain aikavälillä 1970-1993 keskimäärin 0,8 % vuosittain (Baudelot ja Gollac 1997).

<sup>80</sup> Ranskassa korkeakoulutettuihin luetaan alempia tutkintoja kuin Yhdysvalloissa. Katz, Loveman ja Blanchflowerin mukaan koulutusjärjestelmät poikkeavat merkittävästi toisistaan. Näin ollen paras vertailtavuus maittain saadaan tutkimalla miten palkkaerot ovat muuttuneet identtisten ammattien sisällä ja välillä. Jaottelu ammatteihin on suppeampi kuin aiemmissa tutkimuksissa nähty jaottelu työtehtäviin.

kasvusta tapahtui alojen välillä, toisin kuin Yhdysvalloissa.<sup>81</sup> Berman, Bound ja Machin (1998) osoittivat, että kehittyneissä maissa keskimäärin alojen sisäinen kasvu oli 1980-luvulla nopeampaa kuin Yhdysvalloissa. Näin ollen Ranska poikkeaa keskiarvosta jopa enemmän kuin Yhdysvallat. Tulos on taitovinoutuneen teknisen muutoksen vastainen. Kategorisointi vain kolmeen alaan on kuitenkin melko karkea jaottelu, joten tuloksiin on suhtauduttava varauksella.

Mistä sitten johtuu, että Ranskassa palkkarakenteen dynamiikka poikkesi Yhdysvalloista, vaikka molemmissa maissa voidaan olettaa yhteinen taitojen suhteellisen kysynnän kasvu? Katz, Loveman ja Blanchflowerin mukaan kahden työmarkkinainstituution rooli voi olla merkittävä tekijä selitettäessä eroja. Ensinnäkin toimialakohtainen kollektiivinen neuvottelu vaikuttaa Ranskassa palkkarakenteeseen huomattavasti Yhdysvaltoja enemmän.<sup>82</sup> Toiseksi valtion asettama minimipalkka on merkittävämpi tekijä Ranskassa kuin Yhdysvalloissa.<sup>83</sup> Yhdysvalloissa nämä kaksi tarkoittavat pitkälti samaa. Yhdysvalloissa ammattiliittoihin kuului vuonna 1970 30 % työvoimasta ja vuonna 1990 enää 16 %. Tällöin molempiin maihin 1980-luvulla osuvasta taitavan työvoiman kysyntäsokista huolimatta taitamattoman työvoiman palkat pysyivät ennallaan Ranskassa ja nousivat Yhdysvalloissa. Näin ollen palkkaero ei kasvanut Ranskassa yhtä merkittävästi kuin Yhdysvalloissa (Lemieux 2008.)

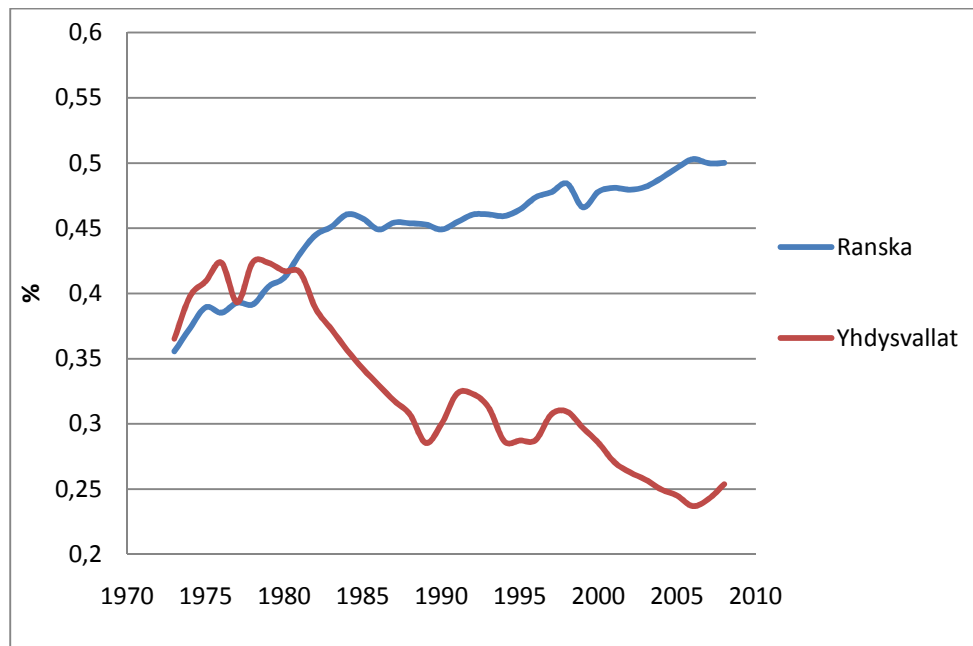
Alla olevasta kuvasta 7 nähdään miten minimipalkka suhteessa keskimääräiseen palkkaan kasvoi Ranskassa ja laski Yhdysvalloissa. Suhde oli maissa sama vuonna 1980, mutta vuosikymmenen lopussa maiden välinen ero kasvoi hyvin merkittäväksi. Tämä kehitys nosti taitamattoman työvoiman suhteellista ja reaalista palkkaa Ranskassa ja laski Yhdysvalloissa.

---

<sup>81</sup> Abowd, Kramarz ja Margolis (1999) osoittivat, että alojen väliset palkkaerot johtuvat Ranskassa käytännössä täysin työntekijöiden keskimääräisen heterogeenisyyden vaihtelusta alojen välillä.

<sup>82</sup> Ammattiliitoilla on Ranskassa valtuutus neuvotella koko toimialan palkat, vaikka vain pieni osa työntekijöistä kuuluu mihinkään liittoon. Työministeriö laajentaa lain nojalla rutiininomaisesti toimialatason sopimukset koskemaan kaikkia alalla toimivia yrityksiä, vaikkeivät kaikki yritykset kuulu työnantajajärjestöön. Vuonna 1981 toimialatason sopimukset kattoivat lähes 80 % kaikista yrityksistä ja lähes 90 % kaikista työntekijöistä. Card, Kramarz ja Lemieux'n (1999) mukaan kattavuus nousi 92 prosenttiin 1980-luvun loppuun mennessä. Sopimukset määrittävät jokaisen työkategorian minimipalkan.

<sup>83</sup> Ranskan valtion asettama minimipalkka SMIC (salaire minimum interprofessionnel de croissance) kattaa käytännössä kaikki sektorit ja on hyvin merkittävä rajoite nuorten ja taitamattoman työvoiman palkoissa. Bazen ja Martinin (1991) mukaan Ranskassa vuonna 1987 kaikista työntekijöistä 12 prosentille maksettiin SMIC:n mukaan tai sen alle. Sen sijaan Yhdysvalloissa vuonna 1988 vain 5 % työvoimasta sai palkkaa alle tai tasan minimipalkan verran. Ranskassa osuus on noussut merkittävästi 1970-luvulta alkaen ja Yhdysvalloissa laskenut huomattavasti vuodesta 1981 asti (Katz, Loveman ja Blanchflower 1995.)



Kuva 7. Minimipalkka suhteessa keskimääräiseen palkkaan täysiaikaisille työntekijöille Yhdysvalloissa ja Ranskassa vuosina 1973-2008

Lähde: OECD, Labour, Earnings 2010.

Katz, Loveman ja Blanchflowerin mukaan alakohtainen minimipalkka on Ranskassa sitova taitamattomalle työvoimalle, jos valtion asettama minimipalkka ei ole. Tutkijoiden mukaan sitovat minimipalkat voivat selittää miksi Ranskassa tulojakauman alemman puoliskon palkkaerot eivät kasvaneet kuten Yhdysvalloissa. DiNardo, Fortin ja Lemieux'n (1996) mukaan minimipalkan muutos selitti erityisen hyvin miksi 1980-luvulla palkkaeron kasvu tuli Yhdysvalloissa palkkajakauman alaosan pidentymisestä. 10-50 differentiaalisen kasvusta minimipalkalla selittyi 66 %. DiNardo, Fortin ja Lemieux päättelivät, että työmarkkinainstituutiot ovat yhtä tärkeä tekijä kuin kysyntä ja tarjonta selittämään Yhdysvaltojen palkkaeron kehitystä vuodesta 1979 vuoteen 1988.

Yhdysvalloissa taitavan työvoiman suhteellinen työllisyys kasvoi nopeammin kuin Ranskassa 1980-luvulla, mikä on yllättävää annettuna palkkarakenteen muutokset. Endogeeninen taitovinoutuma voi selittää tämän kehityksen taitamattoman työvoiman sitovasta minimipalkasta aiheutuvien voittokannusteiden avulla. Ajatusta tukee Bazen ja Martinin (1991) havainto, jonka mukaan työllisyysjousto nousevan minimipalkan suhteen näyttää

olevan nolla 1980-luvulla Ranskassa. Toisaalta Abowd, Kramarz ja Margolis (2000) laskivat Ranskassa 1 % reaalisin minimipalkan nousun laskevan minimipalkalla työskentelevän miehen työllisyyden todennäköisyyttä 1,3 prosentilla 1980-luvulla. Vastaavasti Yhdysvalloissa 1980-luvulla 1 % lasku reaalisessa minimipalkassa kasvatti todennäköisyyttä, jonka mukaan minimipalkalla työskentelevä oli aiemmin ei-työllinen. Todennäköisyyden kasvu oli miehille 0,4 %. Myös Ranskassa kollektiivisen neuvottelun kattavuus laski 1980-luvun puolivälistä alkaen, jolloin voidaan saada osaselitys palkkaerojen kasvun alkamiselle vuonna 1984 (Katz, Loveman ja Blanchflower 1995). Näin ollen instituutiot voivat selittää osan palkkapreemion kasvun eroista.<sup>84</sup> Katz, Loveman ja Blanchflowerin mukaan johtopäätökseen on kuitenkin syytä suhtautua varauksella, koska analyysi perustuu yksinkertaiseen aikasarjaan. Lisäksi erot instituutioissa eivät selitä miksi Ranskassa suurin osa työllisyyden kasvusta tapahtui alojen välillä ja Yhdysvalloissa sisällä.

Omien EU KLEMS –aineistoon pohjaavien laskelmien perusteella palkkapreemio laski koko 1980-luvun Ranskassa (ks. aineiston esittely liitteestä 2. EU KLEMS –aineisto).<sup>85</sup> Suhteellinen työllisyys kasvoi voimakkaasti, mutta kuitenkin Yhdysvaltoja hitaammin.<sup>86</sup> Kehitys nähdään kuvasta 8. Jos molempiin maihin kohdistui identtinen kysyntäsokki 1980-luvulla, ei palkkapreemioiden käyttäytymisen eroja näin ollen voida EU KLEMS –aineiston perusteella selittää suhteellisen työllisyyden kasvun eroilla. Nousevasta sitovasta minimipalkasta johtuva endogeeninen voittokannuste voi mahdollisesti selittää Ranskan palkkapreemion laskun 1980-luvulla.

1990-luvulla palkkapreemio kasvoi Ranskassa. Samanaikaisesti myös suhteellinen työllisyys kasvoi. Havainto on linjassa taitovinoutuneen teknisen muutoksen kanssa. Vuoteen 1980 verrattuna Ranskan suhteellisen työllisyyden kasvu oli saavuttanut Yhdysvallat vuonna 1992. Vasta tästä vuodesta alkaen suhteellisen työllisyyden kasvun ero voisi selittää maiden väliset palkkapreemion kehityksen erot pitkällä aikavälillä.

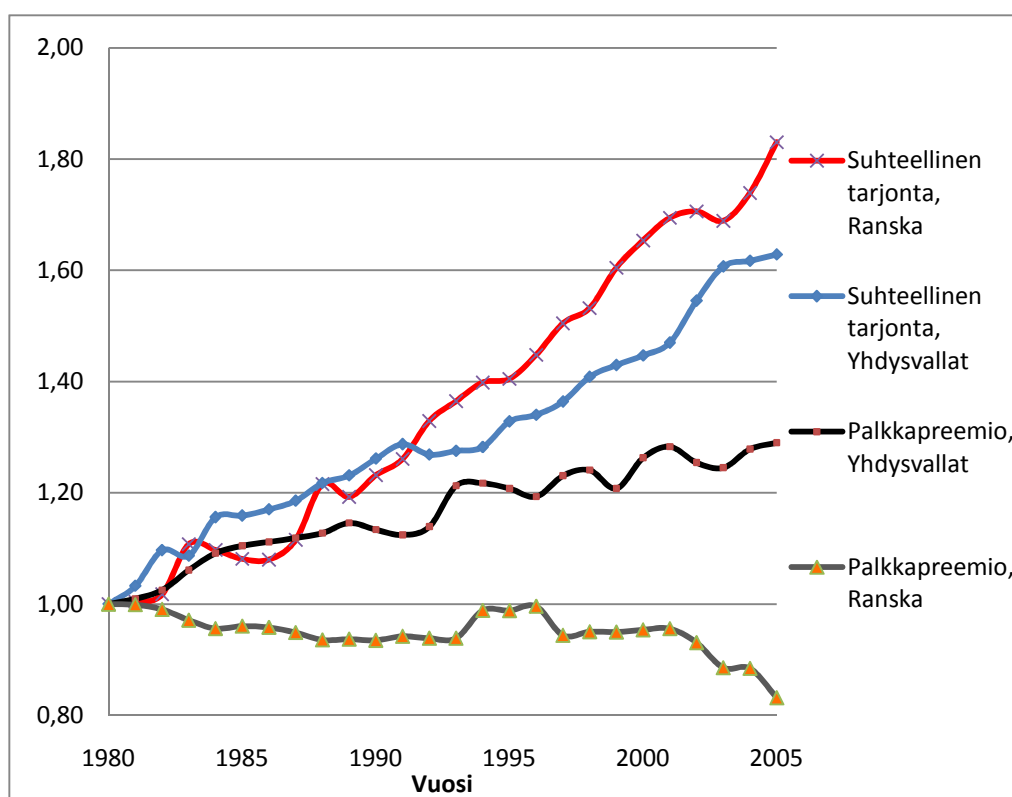
---

<sup>84</sup> Abowd, Kramarz ja Margolis (1999) osoittivat, että muut työntekijän piirteet kuin koulutus ovat hyvin tärkeä palkkaerojen lähde Ranskassa. Tässä työssä keskityn kuitenkin koulutuksen merkitykseen.

<sup>85</sup> Palkkapreemio laski Ranskassa 1980-luvulla 0,7 %, kasvoi 1990-luvulla 0,2 % ja laski 2000-luvulla 2,74 %.

<sup>86</sup> Suhteellisen työllisyyden kasvu oli 1980-luvulla 2,1 %, 1990-luvulla 2,94 % ja 2000-luvulla 2,0 %.

Sen sijaan 2000-lukua taitovinoutunut tekninen muutos ei pysty selittämään vaikka huomioitaisiin institutionaaliset tekijät. 2000-luvulla suhteellisen työllisyyden kasvu hidastui merkittävästi. Samanaikaisesti palkkapreemio laski erittäin voimakkaasti. Institutionaaliset tekijät voivat selittää 2000-luvun kehityksen osin, koska minimipalkka suhteessa keskimääräiseen palkkaan nousi Ranskassa 2000-luvulla 5,3 % (OECD, Labour, Earnings 2010). Toisaalta 2000-luvun palkka- ja työllisyysaineistossa on mukana vain viisi vuotta, joten lopullisten päätelmien tekemiseksi tarvitaan pidempi aineisto. Lisäksi ongelmallista endogeenisen taitovinoutuneen teknisen muutoksen näkökulmasta on suhteellisen työllisyyden pitkäkestoinen kasvu palkkapreemion pitkäkestoisen laskun aikana. Vaikuttaakin siltä, että korkeakoulutus on Ranskassa itseisarvo. Muutokset nähdään alla olevasta kuvasta 8.<sup>87</sup>

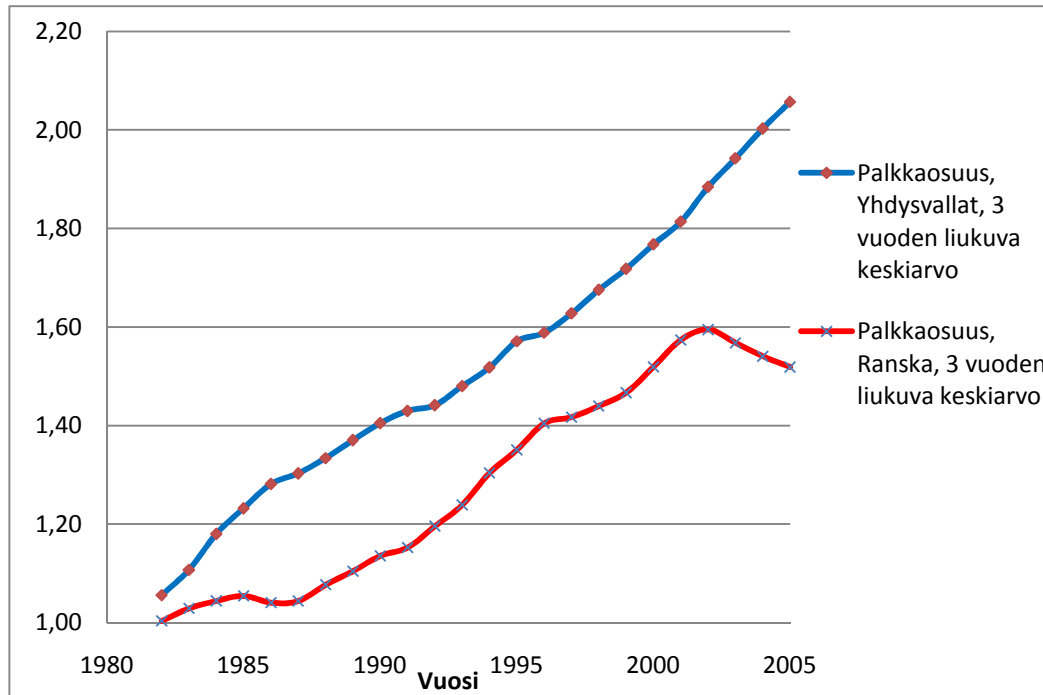


Kuva 8. Korkeakoulutettujen suhteellinen palkka ja tarjonta Yhdysvalloissa ja Ranskassa vuosina 1980-2005 (vuosi 1980=1)

Lähde: EU KLEMS.

<sup>87</sup> Suhteellinen työllisyys kasvoi Ranskassa hyvin voimakkaasti 1990-luvulla ja samalla palkkapreemio pysyi ennallaan. Tämä voi osittain johtua Insee:n koulutusmuuttajaluokituksen muuttamisesta 1990-luvulla.

Jos  $\sigma \approx 1$ , palkkaosuuden muutoksesta saadaan mittari kysynnän muutokselle (ks. yhtälö 2.15). Tällä voidaan tarkastella miten palkkapreemion muutos eri vuosikymmeninä selittyy suhteellisen tarjonnan muutoksilla. Nämä tulokset nähdään alla olevasta kuvasta 9.



Kuva 9. Korkeakoulutettujen palkkaosuus verrattuna 2. asteen koulutettuihin Yhdysvalloissa ja Ranskassa vuosina 1980-2005 (1980=1)

Lähde: EU KLEMS.

Kuten kuvasta nähdään, suhteellinen kysyntä kasvoi Yhdysvalloissa huomattavasti Ranskaa nopeammin 1980-luvulla, kun taas 1990-luvulla kasvu oli hieman nopeampaa Ranskassa. Tämä ei ole linjassa endogeenisen taitovinoutuman kanssa, koska 1980-luvulla suhteellinen työllisyys kasvoi Yhdysvalloissa Ranskaa nopeammin. Palkkaosuutta mittarina käyttäen suhteellinen kysyntä *laski* 3,5 % 2000 luvulla Ranskassa, mikä on hyvin yllättävää. Näin ollen tekninen muutos olisi taitoja tuhoavaa 2000-luvulla! Vaikka liitteen 2. EU KLEMS –aineiston mukaan koulutusmuuttajat maiden sisällä ovat konsistenttejä yli ajan, täytyy Ranskan lukuihin suhtautua pienellä varauksella, koska lähteenä oleva Insee vaihtoi koulutusmuuttujansa ajanjaksolla. Palkkapreemion muutoksessa nähdäänkin vuoden 1995 ympärillä selvästi hyppy kuvasta 8. Tulokset kuitenkin osoittavat, että myös Ranskassa havaittiin taitojen kysynnän kasvu 1980-luvun puolivälistä 1990-luvun loppuun asti. Tämä voi



johtua taitovinoutuneesta teknisestä muutoksesta, kun huomioidaan institutionaaliset tekijät.

Toisaalta käyttämällä suurempaa substituution joustoa kuin 1, palkkapreemion muutokset korostuvat verrattuna suhteellisen työllisyyden muutoksiin. Tällöin Ranskan laskevan ja Yhdysvaltojen nousevan palkkapreemion vaikutukset korostuvat kysynnän indikaattorissa. Näin ollen Ranskan suhteellisen kysynnän kasvu loiventuu ja Yhdysvaltojen jyrkentyy verrattuna kuvaon 8. Samalla myös ero Yhdysvaltojen ja Ranskan taitovinoutuman välillä kasvaa. Käyttämällä tarpeeksi suurta substituution joustoa Ranskassa ei nähdä enää lainkaan suhteellisen kysynnän kasvua.

## 5.2 PANEELI- JA POIKKILEIKKAUSAINEISTO TEOLLISUUDESTA

Seuraavaksi käyn läpi Machin ja Van Reenenin (1998) tulokset spesifisti Ranskalle. Korkeakoulutettujen osuus työvoimasta valmistusteollisuudessa kasvoi 1970-luvun lopussa Yhdysvalloissa Ranskaa merkittävästi nopeammin. Sen sijaan 1980-luvun kasvu oli Ranskassa yli 10 % Yhdysvaltoja ripeämpää. Näin ollen käyttämällä aineistoa vain valmistusteollisuudesta saadaan eri tulos kuin käyttämällä aineistoa koko taloudesta. Koko periodin 1977-1989 suhteellisen työllisyyden kasvu oli Ranskassa vain hieman Yhdysvaltoja nopeampaa.<sup>88</sup> Tutkijat eivät valitettavasti esitä lainkaan miten palkkarakenne muuttui Ranskassa.

T&K:t pysyivät Yhdysvalloissa koko ajan Ranskan yläpuolella. Ranskassa kuitenkin kasvu oli huomattavasti nopeampaa kuin Yhdysvalloissa.<sup>89</sup> Ranskassa ja Yhdysvalloissa hyvin pitkälti samat alat olivat T&K-intensiivisiä (korrelaatio oli 0,90). Suhteellisen työllisyyden muutoksen korrelaatio T&K-intensiteetin kanssa oli kaikista tutkimuksissa tarkastelluista maista suurin. Korrelaatio oli yli kaksinkertainen Yhdysvaltoihin verrattuna. Toisin sanoen uudet teknologiat ovat komplementteja taitavan työvoiman kanssa erityisesti Ranskassa ja nämä teknologiat

---

<sup>88</sup> Ranskassa kasvu oli 19,3 % aikavälillä 1977-1981, 1981-1985 35,1 % ja 1985-1989 13,8 %. Koulutusmuuttajat eivät ole maiden välillä vertailukelpoiset, joten absoluuttisten tasojen vertailu ei ole kovin hyödyllistä.

<sup>89</sup> Ranskassa kasvu oli aikavälillä 1973-1977 5,6%, 1977-1981 21,8 %, 1981-1985 19,7 % ja 1985-1989 6,9 %. Yhdysvalloissa samoina periodeina kasvu oli -1,6 %, 21,7 %, 23,1 % ja -10,9 %. Koko ajanjaksolla Ranskassa T&K:n kasvu oli 21,6 % Yhdysvaltoja nopeampaa.

kasvoivat Ranskassa Yhdysvaltoja nopeammin. Tämä on ensimmäinen tutkimuksesta saatava todiste taitovinoutuman puolesta Ranskassa. Päättely ei kuitenkaan ole vedenpitävä, koska tutkijat eivät tarjoa tietoa palkkapreemion muutoksista. Edellisessä kappaleessa osoitettiin, että Ranskassa palkkapreemio laski 1980-luvulla. Jos lasku tapahtui T&K-intensiivisillä aloilla, voi työllisyysosuuden kasvu johtua substituutiovaikutuksesta. Lisäksi Machin ja Van Reenenin mukaan T&K:n kyky selittää maiden työllisyysosuuksien muutokset poikkeaa maittain. Tällöin ei voida suoraan päätellä Ranskan T&K:n noususta ja sen suuresta korrelaatiosta suhteellisen työllisyyden kasvun kanssa, että taitovinoutunut tekninen muutos kiihtyi Ranskassa Yhdysvaltoja enemmän.

### 5.3 AINEISTO ALA- JA TIETOKONESOLUISTA

Card, Kramarz ja Lemieux (1999) tarjoavat tietoa myös Ranskan palkkaosuuden muutoksista. He tutkivat onko kysyntäsoikin aikana olemassa fundamentaalinen valinta (trade-off) palkkaeron kasvun ja taitamattoman työvoiman suhteellisen työllisyyden heikkenemisen välillä. Valinta-hypoteesin mukaan Ranskan Yhdysvaltoja korkeampi minimipalkka, kattavampi kollektiivinen palkkaneuvottelu sekä avokätisemmät työttömyyskorvaukset nostivat taitamattoman työvoiman reaali-palkkaa täten estäen palkkaeron nousun. Seurauksena työllisyyden kasvua rajoitettiin merkittävästi.<sup>90</sup>

Luvussa 5.1 käsiteltiin kaksi työmarkkinainstituutiota, joiden erot aiheuttavat Ranskan palkkaerojen poikkeavan käyttäytymisen verrattuna Yhdysvaltoihin. Näiden lisäksi Card, Kramarz ja Lemieux huomioivat avokätiset työttömyyskorvaukset Euroopassa verrattuna Yhdysvaltoihin. 1980-luvulla Yhdysvalloissa vain noin 30-40 % työttömistä sai työttömyyskorvausta, kun taas Ranskassa käytännössä kaikki työttömät saivat työttömyyskorvausta. Työttömyyskorvausjärjestelmät ovat monimutkaisia kokonaisuuksia, mutta Ranskassa järjestelmä on selkeästi anteliaampi kuin Yhdysvalloissa (Card, Kramarz ja Lemieux 1999.)

---

<sup>90</sup> Card, Kramarz ja Lemieux (1999) tutkivat Ranskan ja Yhdysvaltojen lisäksi myös Kanadaa. Kanada sijoittuu talouden rakenteiltaan Yhdysvaltojen ja Ranskan väliin ja myös tuloksissa Kanada sijoittuu näiden kahden maan väliin. Huomio antaa tukea hypoteesille, jonka mukaan työmarkkinoiden palkkajousten taso vaikuttaa samansuuntaisesti suhteelliseen työllisyyteen eri maissa. Jätän Kanadan kuitenkin pois tarkastelusta.

Aineisto Ranskalle tulee INSEE:sta vuosien 1982 ja 1989 työvoimakyselyistä ja pitää sisällään 15-60-vuotiaat työntekijät. Tuntipalkkamuuttuja rakennetaan kuukausi- tai viikkonettopalkasta ja keskimääräisistä viikossa tehdyistä työtunneista. Koska Ranskan palkkaverotus on kiinteä osuus bruttotuloista, eron maiden välisessä luokittelussa ei pitäisi vaikuttaa suhteellisen palkan vertailuun. Vertailuaineisto Yhdysvalloille on poikkileikkausaineisto MORG CPS:stä vuosilta 1979 ja 1989 ja siinä on mukana 16-65-vuotiaat valkoiset työntekijät. Palkkamuuttuja on yksilön bruttotuntipalkka pääasiallisesta työstä. Vertailtavuus muiden tutkimusten käyttämään menetelmään, joissa palkka rakennetaan vuosipalkasta ja työviikkojen määrästä, on tutkijoiden mukaan hyvä. Card, Kramarz ja Lemieux olettavat kysyntäsokin johtuvan tietokoneiden kasvaneesta käytöstä työssä.<sup>91</sup> Aineisto tietokoneiden käytöstä Yhdysvalloille tuli Kruegerilta (1993) (CPS) ja Ranskalle julkaisemattomista työvoimatutkimuksista vuodelta 1991 (1991 Enquête-Emploi).

Tietokoneiden käyttö 1980-1990-lukujen vaihteessa oli pitkälti samanlaista Ranskassa ja Yhdysvalloissa.<sup>92</sup> Korkeakoulutetut työntekijät käyttivät tietokoneita enemmän kuin muut työntekijät ja taso oli maissa pitkälti sama. Mielenkiintoista on, että ero 2. asteen koulutettujen tietokoneiden käytössä oli huomattava: korkeakoulutettujen tietokoneiden käyttö suhteessa 2. asteen koulutettuihin oli Ranskassa 1,35 ja Yhdysvalloissa 1,99 (Card, Kramarz ja Lemieux 1999). Näin ollen tietokonetta käyttävän työvoiman rakenne ei kuitenkaan ollut identtinen, mikä on tutkijoiden käyttämän mallin perusoletus. Tähän havaintoon täytyy kuitenkin suhtautua varauksella, koska koulutusmuuttujien vertailu maiden välillä on hankalaa.

Aiemmissa luvuissa käsitellyt tutkimukset osoittivat, että palkkaeron kasvu tapahtui pääasiallisesti alojen sisällä sekä Yhdysvalloissa että kehittyneissä maissa yleisesti. Täten tutkijat käyttävät vain yhden kaikkien alojen tuottaman tuotteen mallia. Tämä ei välttämättä ole perusteltua, koska Katz, Loveman ja Blanchflower osoittivat, että Ranskassa merkittävä

---

<sup>91</sup> Toinen kysyntäsokin lähde voi Card, Kramarz ja Lemieux'n (1999) mukaan olla kasvanut kansainvälinen kauppa. Tuonnin kasvuvauhti oli kuitenkin Ranskassa ja Yhdysvalloissa pitkälti verrattavissa, joten mahdolliset erot suhteellisten palkkojen ja työllisyyden kehityksessä eivät johdu eroista tuonnissa.

<sup>92</sup> Ranskassa vuonna 1991 luku oli 34 % ja Yhdysvalloissa vuonna 1989 hieman yli 37 %. Tämä on hieman yllättävää, koska ICT-investointien osuus BKT:stä oli Ranskassa huomattavasti Yhdysvaltoja alempi samaan aikaan (OECD Factbook 2008). Näin ollen työssä käytettyjen tietokoneiden taso ei välttämättä ollut sama. Täten tietokoneiden käytön käyttäminen teknologian mittarina voi olla ongelmallista. Saman huomasivat myös Machin ja Van Reenen (1998).

osa työllisyysosuuden kasvusta nähtiin alojen välillä. Muuten Card, Kramarz ja Lemieux'n malli vastaa osiossa 2 käsitellyä eksogeenisen teknisen muutoksen CES-mallia sillä erotuksella, että nyt tuotannontekijöitä voi olla kahden (taitava ja taitamaton työvoima) sijaan  $j$  määrä (ks. Card, Kramarz ja Lemieux'n [1999] yhtälö 1).<sup>93</sup>

Card, Kramarz ja Lemieux'n (1999) tutkimuksen mukaan aikavälillä 1979–1989 logaritmisten palkkojen keskihajonta, jota voidaan käyttää kokonaispalkkaeron mittarina, nousi Yhdysvalloissa 15–20 %. Ranskassa aikavälillä 1982–1989 keskihajonta nousi vain hieman. Tutkijat analysoivat miten kokonaismuutokset jakautuivat eri ryhmien välillä. Heidän testaamansa malli löytyy liitteestä 3 Työmarkkinoiden palkkajäykkyys.

Seuraavaksi tutkijat analysoivat formaalisti miten tietokoneita 1980-luvun lopussa käyttävien ikä- ja koulutusryhmien suhteelliset palkat ja työllisyys muuttuivat. Toisin sanoen, taitojen proxynä käytetään tietokoneiden käyttöä. Analyysin taustalla on seuraava implisiittinen oletus. Jos tietokoneita 1980-luvun lopussa käyttävien työntekijöiden suhteellinen kysyntä on kasvanut, on myös korkeakoulutettujen suhteellinen kysyntä kasvanut, koska korkeakoulutetut käyttävät tietokoneita useammin kuin muut työntekijät. Menetelmä ei ota huomioon tietokoneistumisen nopeutta, vaan ainoastaan tason. Tämä voi olla perusteltua, sillä Autor, Katz ja Krueger (1998) huomasivat tietokoneistumisen tason olevan hyvä taitojen kysynnän kasvun indikaattori Yhdysvalloissa. Ongelmallista testauksessa on, että mallissa kaikkien taitoryhmäparien substituution jousto on sama.

Analyysin tulosten mukaan tietokoneiden käyttöaste solussa 1980-luvun lopussa vaikuttaa suhteellisen palkan kasvuun 1980-luvulla hyvin merkittävästi ja positiivisesti Yhdysvalloissa.<sup>94</sup> Yllättäen Ranskassa tietokoneiden käytön vaikutus ryhmän palkkoihin on merkittävästi negatiivinen. Paradoksaalisesti taitojen kysyntänsokin seurauksena taitojen palkkapreemio laski Ranskassa. Ranskassa palkkojen voidaan nähdä näin ollen olevan täysin joustamattomat. Sen sijaan osittain linjassa trade-off –hypoteesin kanssa tietokoneita käyttävien suhteellinen työllisyys kasvoi Ranskassa hieman Yhdysvaltoja nopeammin.

---

<sup>93</sup> Työvoima jaoteltiin Yhdysvalloissa 225:een ja Ranskassa 70:een soluun iän ja koulutustason perusteella.

<sup>94</sup> Tulos on linjassa Autor, Katz ja Kruegerin (1998) ja Berman, Bound ja Machinin (1998) tulosten kanssa.

Samaan tulokseen päätyivät myös Machin ja Van Reenen (1998) aineistolla valmistusteollisuudesta.

Trade-off –hypoteesin perusteella taitamattoman työvoiman suhteellisen palkan moninkertaisesta kasvusta Ranskassa Yhdysvaltoihin verrattuna olisi pitänyt seurata taitavan työvoiman työllisyyden moninkertainen kasvu Ranskassa verrattuna Yhdysvaltoihin. Näin ei kuitenkaan tapahtunut. Trade-off –hypoteesi on validi vain, jos taitamattoman työvoiman suhteellinen palkka putoaa yli 10 % jokaista taitamattoman työvoiman suhteellisen työllisyyden prosentin kasvua kohden.<sup>95</sup> Card, Kramarz ja Lemieux’n (1999) tutkimuksen loppupäätelmä on, että trade-off –hypoteesin puolesta on olemassa parhaimmillaankin vain heikkoja todisteita.

Käyttämällä Card, Kramarz ja Lemieux’n lukuja voidaan osoittaa, että yllättäen substituutiovaikutus (ks. yhtälö 2.8) pystyy selittämään kokonaan Ranskan taitavan työvoiman suhteellisen työllisyyden kasvun annettuna laskenut palkkapreemio 1980-luvulla, kun  $\sigma \geq 1,2$ . Näin ollen Ranskassa ei havaittu taitojen suhteellisen kysynnän kasvua lainkaan 1980-luvulla, koska ei ole mitään substituutiovaikutuksen ulkopuolelle jäävää selitettävää. Sen sijaan Yhdysvaltoja substituutiovaikutus ei pysty alkuunkaan selittämään. Tuloksen perusteella Ranskassa tekninen muutos ei siis ollut taitovinoutunutta 1980-luvulla.<sup>96</sup>

Vaikka Card, Kramarz ja Lemieux’n tulokset ovat vain yhdeltä vuosikymmeneltä, saadaan vahva todiste Berman, Bound ja Machinin (1998) loppupäätelmää, SBTC kattaa kaikki kehittyneet maat, vastaan. On mahdollista, että pitkällä aikavälillä myös Ranskassa taitojen kysyntä kasvaa, mutta Card, Kramarz ja Lemieux (1999) eivät anna väitteelle mitään tukea. Berman, Bound ja Machinin käyttämässä H-O –mallissa on myös puutteita kehittyneet maat kattavan SBTC:n kontekstissa.<sup>97</sup>

---

<sup>95</sup> Käyttämällä kaikkia miehiä tai kaikkia naisia, ei nähdä lainkaan todisteita minkäänlaisesta trade-off:sta.

<sup>96</sup> Jos 1980-luvulla Ranskassa  $\sigma < 1$ , taitavan työvoiman tuottavuuden kasvu laskee palkkapreemiota. Tämä voisi selittää maiden erot, mutta  $\sigma < 1$  ei ole empiirisesti perusteltu.

<sup>97</sup> H-O –malli ei mahdollista skaalatuottoja, jotka ovat hyvin oleellisia tietointensiivisillä aloilla, kuten ohjelmistoyrityksissä ja finanssisektorilla. Jos alalla on maantieteellisestä sijainnista johtuvia skaalatuottoja tai ulkoisvaikutuksia (kuten Lontoon City tai Piilaakso), voivat tietyt maat kokea taitovinoutuneen teknisen muutoksen muita voimakkaammin myös pitkällä aikavälillä.

## 6 TAITOVINOUTUNUT TEKINEN MUUTOS SELITTÄMÄSSÄ MAIDEN VÄLISET EROT

Seuraavaksi käyn systemaattisesti läpi miten taitovinoutunut tekninen muutos pystyy selittämään maiden palkkarakenteiden muutokset ja maiden väliset erot annettuna suhteellisen työllisyyden muutokset. Varhaisimpien tutkimusten konsensus oli, että tietokoneistumisesta aiheutuva eksogeeninen taitovinoutunut tekninen muutos selittää Yhdysvaltojen työmarkkinoiden muutokset vähintään 1960-luvulta alkaen annettuna korkeakoulutettujen suhteellisen tarjonnan muutokset (Katz ja Murphy [1992], Katz, Loveman ja Blanchflower [1995], Autor, Katz ja Krueger [1998] ja Berman, Bound ja Machin [1998]). Tutkimuksissa osoitettiin taitojen ja tietokoneiden komplementtisuus ja oletettiin kausaalisuuden olevan seuraava: eksogeenisestä tietokoneistumisesta seuraa taitojen suhteellisen kysynnän kasvu. Kausaalisuudelle saatiin tukea, joka tosin ei ollut yksiselitteistä.

Krusell et al. (2000) käyttivät taitojen komplementtina tietokoneiden sijaan vaihtoehtoisesti laitepääoman määrää. Tutkijoiden ajatus on, että eksogeeninen regressiivinen laitepääoman hinta on taitovinoutuneen teknisen muutoksen takana. He osoittivat korrelaation olevan hyvin merkittävä. Käyttämällä laitepääoman *määrän* sijaan *hintaa* taitojen suhteellisen kysynnän kasvun selittävänä tekijänä Acemoglu (2002) ei saanut edes tilastollisesti merkitsevää tulosta. Näin ollen laitepääomaa parempi selittäjä on todennäköisesti tietokoneiden käyttö. Tutkimusten konsensus oli, että taitojen suhteellinen kysyntä on kasvanut ja kasvu kiihtyi 1970- tai 1980-luvulta alkaen. Eksogeeninen taitovinoutunut tekninen muutos kiihtyi samaan aikaan ja kasvu hidastui 1990-luvulla.

Eksogeeninen taitovinoutuma törmää kuitenkin ongelmiin. Ensinnäkin se ei onnistu selittämään miksi uudet kehitettävät teknologiat olivat komplementteja nimenomaan taitavan työvoiman kanssa. Toinen ongelma on taitojen kysynnän kasvun sekä alojen sisäisen taitojen kysynnän kasvun selvä hidastuminen 1990-luvulla, vaikka tietokoneistumisen ja informaatioteknologioiden yleistymisen jatkui voimakkaana. Kolmanneksi malli olettaa teknologisen kasvun nopeutuneen 1970-luvulta alkaen, minkä vastaisia todisteita on

olemassa. Neljänneksi 1970-luvun samanaikainen suhteellisen tarjonnan ja kysynnän kasvu voidaan selittää vain sattumalla.

Acemoglu (1998, 2002) osoitti, että endogeeninen taitovinoutunut tekninen muutos onnistuu selittämään eksogeenisen teorian ongelmat. Ensimmäinen ja neljäs ongelma selittyvät voittokannusteilla: Korkeakoulutettujen suhteellisen tarjonnan kasvu loi voittokannusteen kehittää korkeakoulutettujen kanssa komplementteja teknologioita (tietokoneet). Toisin sanoen kausaalisuus onkin seuraava: taitojen suhteellisen tarjonnan eksogeenisestä kasvusta seuraa taitojen suhteellisen kysynnän kasvu. Myös eksogeenisen teorian toinen ongelma voidaan selittää voittokannusteilla: suhteellisen tarjonnan kasvun hidastuminen 1970-luvun jälkeen hidasti taitovinoutuman kasvua ehkä jo 1980-luvulta alkaen laskevien voittokannusteiden vuoksi. Endogeeninen malli ei vaadi teknologisen kasvun nopeutumista. Näin voidaan ohittaa eksogeenisen mallin kolmas ongelma.

Sen sijaan endogeeninen SBTC ei pysty yksin selittämään nousevaa palkkapreemiota, kun  $\sigma < 2$ . Tällöin tarvitaan myös eksogeeninen SBTC, jotta palkkojen muutokset selittyvät. Endogeeninen malli ennustaa, että 1970-luvulla tulisi havaita samanaikaisesti koulutusryhmien sisäisen palkkaeron kasvu ja korkeakoulutuksen palkkapreemion lasku. Näin ei kuitenkaan todellisuudessa tapahtunut (Lemieux 2008). Toinen endogeenisen mallin ongelma on, että 1980-luvun tietokoneistuminen korreloi kaikkein voimakkaimmin 1990-luvun suhteellisen kysynnän kasvun kanssa (Autor, Katz ja Krueger 1998). Havainto tukee eksogeenisen taitovinoutuman teoriaa.

Katz ja Murphyn (1992), Autor, Katz ja Kruegerin (1998) ja Acemoglun (1998, 2002) tutkimusten ongelmana on, että selittämättömät tekijät niputetaan usein koulutustasokohtaiseen suhteellisen tuottavuuden muutokseen. Machin ja Van Reenen (1998) ratkaisivat ongelman käyttämällä taitojen proxynä korkeakoulutuksen lisäksi työntekijän työtehtäviä. He tutkivat taitojen ja teknologian suhdetta työtehtävien ja tutkimus- ja kehitysmenojen (T&K) korrelaatioilla. Tulokset vahvistivat SBTC:n olevan taitojen kysynnän kasvun takana Yhdysvalloissa. Lisäksi he tutkivat T&K:n ja työtehtävien muutoksen kausaalisuutta ja päätyivät lopputulokseen, ettei palkkaosuuden kasvu välttämättä lisää T&K:a. Toisin sanoen, tekninen muutos olisi eksogeenista. Tämä ei

kuitenkaan vahvista kausaalisuutta, sillä endogeenisen teorian mukaan taitovinoutuma ei välttämättä seuraa palkkaosuuden kasvusta, vaan työllisyysosuuden kasvusta.

Myös Autor, Levy ja Murnane (2003) korvasivat koulutukseen perustuvan taitomuuttujan työtehtäviin perustuvalla muuttujalla, mutta he mittasivat teknologiaa T&K:n sijaan tietokoneistumisella. Tietokoneistuminen pystyi selittämään valtaosan alojen sisäisestä työtehtävien muutoksesta aikavälillä 1980-1998. Vastoin endogeenisen SBTC:n olettamusta suurin osa selitetystä muutoksesta tapahtui koulutusryhmien sisällä. Tutkijat päättelivät työtehtävien muutoksen olevan koulutustason päivitystä edeltävä tekijä ja kausaalisuuden olevan seuraava: tietokoneistumisesta seuraa korkeakoulutettujen suhteellisen kysynnän kasvu. Tämä osoittaa tehokkaasti, ettei endogeeninen taitovinoutunut tekninen muutos ole palkkarakenteen muutoksen *pääasiallinen* syy. Tulokset eivät kuitenkaan sulkeneet pois mahdollisuutta eksogeenisen SBTC:n kanssa samanaikaisesti tapahtuvaan endogeeniseen SBTC:iin. Yhdysvaltoja käsittelevistä tutkimuksista voidaan päätellä, että joko yksin hyvin voimakas eksogeeninen SBTC tai eksogeenisen kanssa samanaikainen endogeeninen SBTC pystyy selittämään melko hyvin palkkaerojen kasvun annettuna suhteellisen työllisyyden muutokset.

DiNardo, Fortin ja Lemieux'n (1996) mukaan työmarkkinainstituutiot ovat yhtä tärkeä tekijä kuin kysyntä ja tarjonta selitettäessä vuosien 1979-1988 Yhdysvaltojen palkkarakenteen kehitystä. Myös Acemoglun (2002) analyysissä instituutioiden rooli (minimipalkka) palkkaerojen selittäjänä on huomionarvoinen. Lemieux (2006) väittää, etteivät palkkaeron muutokset johdu SBTC:stä, vaan lähes täysin institutionaalisista ja kompositiotekijöistä, kuten ei-havaittavien taitojen, iän ja koulutuksen riippuvuudesta. Nämä huomiot asettavat taitovinoutuneen teknisen muutoksen kyseenalaiseksi. Jotta voidaan todistaa SBTC ylipäänsä, on Kramarz'n (1999) mukaan voitava osoittaa, että Yhdysvalloille havaitut tulokset pätevät myös muissa kehittyneissä maissa.

Berman, Bound ja Machin (1998) osoittivat taitovinoutuneen teknisen muutoksen teorian toimivan Yhdysvaltojen lisäksi myös kehittyneissä maissa keskimäärin 1980-luvulla. Maiden välillä oli eroja suhteellisen palkan ja työllisyyden kehityksessä, mutta erot kuvastivat taitovinoutuneen teknisen muutoksen kontekstissa havaittavaa Krugman-hypoteesin



mukaista valintaa. Suhteellisen työllisyyden kasvu keskittyi pääasiassa alojen sisälle kehittyneissä maissa. Alojen sisäinen työllisyysosuuden kasvu korreloi maittain ja näillä aloilla oli korkein tietokoneinvestointien aste Yhdysvalloissa 1980-luvulla. Käyttämällä taitojen proxynä työtehtävien sijaan korkeakoulutusta ja teknologian proxynä tietokoneiden käytön sijaan T&K:tä saadaan samansuuntaiset tulokset (Machin ja Van Reenen 1998). Näiden tutkimusten mukaan SBTC kattoi kehittyneet maat.

Ongelmallista Berman, Bound ja Machinin (1998) tutkimuksessa kuitenkin on, että kehittyneissä maissa keskimäärin korkeakoulutettujen suhteellisen työllisyyden olisi pitänyt kasvaa nopeammin kuin Yhdysvalloissa annettuna palkkakehitys. Näin ei kuitenkaan tapahtunut. Lisäksi suhteellisen työllisyyden kasvu kiihtyi Yhdysvalloissa ja hidastui kehittyneissä maissa keskimäärin, mikä on hypoteesin vastaista. Myös Krugman-hypoteesin vastaisesti Euroopassa työttömyyden kasvu 1980-luvulla kosketi samanaikaisesti kaikkia koulutusryhmiä (Acemoglu 2002). Endogeeninen taitovinoutuma osoittaa miksi palkkakompressio vahvistaa itseään ja pystyy selittämään kehittyneiden maiden keskimäärin ja Yhdysvaltojen erot eksogeenista kattavammin.

Berman, Bound ja Machin eivät kuitenkaan analysoineet Ranskaa syystä tai toisesta. Ranskan työmarkkinat ovat hyvin jäykät (Katz, Loveman ja Blanchflower 1995). Jos taitovinoutunut tekninen muutos pystyy selittämään myös Ranskan palkkarakenteen muutoksen, saadaan vahva todiste teorian käyttökelpoisuudesta. Ranskaa analysoimalla saadaan kuitenkin taitovinoutuman kannalta ristiriitaisia havaintoja.

Katz, Loveman ja Blanchflower (1995) osoittivat, että palkkapreemio saattoi jopa laskea 1980-luvulla Ranskassa. Myös omat laskelmani EU KLEMS -aineistosta osoittavat palkkapreemion laskeneen 1980-luvulla Ranskassa. Katz, Loveman ja Blanchflowerin mukaan lasku voi selittyä suhteellisen työllisyyden kasvun kiihtymisellä Ranskassa 1970-lukuun verrattuna. Sen sijaan eroa Yhdysvaltoihin ei voida selittää suhteellisen työllisyyden kasvun erolla, koska kasvu oli Ranskassa Yhdysvaltoja hitaampaa. Lisäksi tutkijat osoittivat, että suurin osa työllisyyden kasvusta nähtiin Ranskassa alojen välillä, toisin kuin Yhdysvalloissa. Tulosten perusteella 1980-luku ei välttämättä ollut taitovinoutunut Ranskassa.

Toisaalta määrittelemällä taitava työvoima työtehtävien kautta Machin ja Van Reenen (1998) osoittivat, että tarjonta kasvoi Ranskassa Yhdysvaltoja nopeammin 1980-luvulla valmistusteollisuudessa. Suhteellisen työllisyyden ja T&K:n korrelaatio oli Ranskassa tarkastelluista maista suurin ja T&K kasvoi tarkastelluista maista nopeimmin. Lisäksi samat alat olivat T&K-intensiivisimpiä. Näin ollen tekninen muutos saattoi kuitenkin olla taitovinoutunut Ranskassa 1980-luvulla.

Kuitenkin Card, Kramarz ja Lemieux (1999) osoittavat, että Ranskan ja Yhdysvaltojen välillä on parhaimmillaankin havaittavissa vain heikkoa tukea trade-off –hypoteesille 1980-luvulla. Ranskan suhteellisten palkkojen ja työllisyyden muutokset voidaankin selittää täysin substituutiovaikutuksella. Tällöin Ranskassa taitojen suhteellinen kysyntä ei kasvanut eikä tekninen kehitys ollut taitovinoutunut 1980-luvulla. Näin ollen tekninen kehitys ei voinut olla taitovinoutunut myöskään Yhdysvalloissa tai missään kehittyneessä maassa! Card, Kramarz ja Lemieux eivät kuitenkaan ota huomioon endogeenisen teorian osoittamaa palkkakompression itseään voimistavaa mekanismia, jolloin päätelmä voi olla väärä.

Jos Ranskaan ja Yhdysvaltoihin kohdistui identtinen kysyntäsokki, miksi maiden työmarkkinat sitten käyttäytyivät niin eri tavoilla 1980-luvulla? Tähän on olemassa kolme relevanttia selitystä. Ensinnäkin Ranskassa työmarkkinainstituutiot estivät palkkapreemion kasvun, kun taas Yhdysvalloissa instituutioiden roolin väheneminen edesauttoi palkkapreemion kasvua. DiNardo, Fortin ja Lemieux'n (1996) mukaan ammattiliittojen vallan vähentyminen Yhdysvalloissa 1980-luvulla selittää 20 % palkkaeron kasvusta. Maiden välinen ero oli kuitenkin suurempi kuin mitä minimipalkan suora vaikutus osoittaa. Acemoglun (2003) mukaan eksogeeninen teoria ei pysty täysin selittämään palkkaeron käyttäytymisen poikkeavuutta Euroopan ja Yhdysvaltojen välillä eroilla suhteellisen työllisyyden kasvussa ja instituutioissa. Näin ollen taitojen suhteellinen kysyntä on kasvanut eri nopeutta eri maissa. Tämä johtuu eroista teknologian käyttöönottopäätöksissä.

Endogeeninen taitovinoutuneen teknisen muutoksen teoria osoittaa teknologian käyttöönottokannusteiden avulla, että palkkakompressio voimistaa itse itseään. Tällöin suhteellinen työllisyys ei kasvanut Ranskassa yhtä paljon Krugman-hypoteesin ja Yhdysvaltojen työmarkkinoiden muutosten perusteella voisi olettaa. Vastaavasti voidaan

ajatella, että Yhdysvalloissa madaltuva sitova minimipalkka poisti teorian osoittamia voittokannusteita korostaen laskevan minimipalkan vaikutusta. Näin ollen taitojen suhteellinen kysyntä ei kasvanut Ranskassa yhtä paljon kuin Yhdysvalloissa 1980-luvulla, vaikka maihin kohdistui identtinen kysyntäsokki. Seurauksena myös suhteellisen tarjonnan kasvun reaktio jäi Ranskassa vapaista markkinoista. Näin ollen voi olla perusteltua olettaa, että Ranskassa taitojen suhteellisen kysynnän kasvu oli Yhdysvaltoja hitaampi 1980-luvulla.<sup>98</sup>

Toinen selitys paradoksiin voi olla taitamattoman työvoiman vahva irtisanomissuoja Ranskassa, mikä korostaa sitovan minimipalkan vaikutusta. 1980-luvulla palkkapreemio laski Ranskassa. Jos lisäksi taitavan työvoiman suhteellinen tuottavuus nousi kuten Yhdysvalloissa, yrityksillä oli hyvin voimakas voittokannuste lisätä taitavan työvoiman palkkausta. Irtisanomissuoja estää taitamattoman työvoiman korvaamisen tietokoneteknologialla ja sen komplementilla taitavalla työvoimalla siinä määrin kuin olisi kannattavaa. Autor, Levy ja Murnane (2003) osoittivat työtehtävien monipuolistumisen jakautuneen Yhdysvalloissa pääasiassa koulutusryhmien sisällä, jolloin myös muut kuin korkeakoulutetut ovat kyvykkäitä käyttämään tietokoneteknologiaa. 2. asteen koulutettujen työskentely tietokoneen avulla oli Ranskassa huomattavasti yleisempää kuin Yhdysvalloissa (Card, Kramarz ja Lemieux 1999). Tämä voi kertoa tilanteesta, jossa taitavan työvoiman kanssa komplementteja teknologioita käyttäekin taitamaton työvoima.

Taitamattoman työvoiman tuottavuus näillä teknologioilla on taitavan työvoiman tuottavuutta matalampi, jolloin vakiohintaiset investoinnit ovat Ranskassa Yhdysvaltoja kannattamattomampia. Tätä ajatusta tukee aineisto ICT-investoinneista, joka osoittaa, että investoinnit olivat Ranskassa Yhdysvaltoja matalammat (OECD Factbook 2008).<sup>99</sup> Näin ollen irtisanomissuoja voi estää tuotantorakenteiden uudistumisen, jolloin taitavan työvoiman suhteellinen tuottavuus ei nouse yhtä paljon kuin Yhdysvalloissa. Täten palkkapreemio voi

---

<sup>98</sup> Acemoglu (2003) osoitti teorian pätevän Yhdysvaltojen ja monien Euroopan maiden työmarkkinoiden kehitysten eroille, muttei valitettavasti käsitellyt Ranskaa.

<sup>99</sup> Palkkapreemion kasvu heijastaa suhteellisen marginaalituottavuuden kasvua. MFP (Multifactor Productivity) kasvoi nopeasti ICT-maissa ja tuottavuuden kasvun erot Euroopan ja Yhdysvaltojen välillä selittyvät ainakin osittain Yhdysvaltojen suuremmalla ja tuottavammalla ICT:n tuottamiseen keskittyvällä sektorilla (Colecchia ja Schreyer 2002.) Ranskassa ICT-investointien määrä oli huomattavasti Yhdysvaltoja alhaisempi 1980-luvulta aina 2000-luvun puoleen väliin asti (OECD Factbook 2008). Näin ollen osa suhteellisen kysynnän kasvun eroista voi johtua eroista ICT-investoinneissa, jos MPF:n kasvu hyödyttää taitavaa työvoimaa taitamatonta enemmän.

jääda alhaiseksi riippumatta palkkakompressiosta. Card ja Lemieux (2001) osoittivat, että käytännössä koko palkkapreemion kasvu Yhdysvalloissa 1970-luvun puolivälistä vuoteen 1998 johtui nuorten palkkapreemion kasvusta. Ranskassa vahva irtisanomissuoja voi estää nuorten siirtymisen työmarkkinoille. Ranskassa kohorttien välinen palkkaerojen kasvu onkin tapahtunut enenevässä määrin nuorten koulutuksen päättävien kustannuksella (Chauvel 2010). Näin ollen tuotantorakenteiden vajavainen uudistuminen voi selittää nuorten aseman heikkouden Ranskassa. Todennäköisesti työmarkkinainstituutioiden rooli onkin Ranskassa, ja muissa maissa, moniulotteisempi kuin mitä Acemoglun (2002) ja muiden tutkijoiden teorialat ottavat huomioon.

Kolmanneksi endogeenisen SBTC:n mukaan yritykset ottavat käyttöön teknologioita voittokannusteen perusteella. Koska Ranskassa oli Yhdysvaltoja enemmän matalasti koulutettua työvoimaa suhteessa korkeasti koulutettuun (Card, Kramarz ja Lemieux [1999] ja omat EU KLEMS –laskelmat) markkinaosuus taitamattoman työvoiman kanssa komplementeille teknologioille oli suurempi. Näin ollen Ranskassa otettiin käyttöön matalan koulutustason työvoiman kanssa komplementteja tietokoneita enemmän kuin Yhdysvalloissa. Ero suhteellisen työllisyyden kasvussa voi selittää osan maiden välisestä erosta 1990-luvulla.<sup>100</sup> Yksi syy Ranskan taitojen kysynnän vähäisyydelle Yhdysvaltoihin verrattuna voi olla kaikkein taitovinoutuneimpien alojen Yhdysvaltoja pienempi koko.

EU KLEMS –aineiston mukaan 1990-luvulla taitojen kysynnän kasvu Ranskassa oli Yhdysvaltoja nopeampaa. On mahdollista, että SBTC vaikutti viiveellä Ranskaan ja 1980-luvun ero johtui instituutioiden rooleista. Ongelmalliseksi kuitenkin muodostuu 2000-luvun aineisto, jonka mukaan korkeakoulutettujen suhteellinen kysyntä *laski* merkittävästi Ranskassa. Koska suhteellinen tarjonta kasvoi Ranskassa voimakkaasti erityisesti 1990-luvulla, ei endogeeninen taitovinouma pysty selittämään kehitystä. Yhdysvalloissa kysyntä kasvoi tasaisesti edelleen 2000-luvulla, joten myöskään eksogeenisen taitovinoutuneen teknisen muutoksen ei voida perustellusti olettaa kriittisesti hidastuneen, loppuneen tai kääntyneen taitoja tuhoavaksi 2000-luvulla. Näin ollen taitovinoutunut tekninen muutos pystyy selittämään osan Ranskan palkkarakenteen kehityksestä, kun huomioidaan

---

<sup>100</sup> Koska kasvu oli Ranskassa Yhdysvaltoja hitaampi 1980-luvulla, ei siitä saada endogeenista selitystä 1990-luvun kysynnän nopealle kasvulle Ranskassa verrattuna Yhdysvaltoihin (omat EU KLEMS-laskelmat).

instituutioiden roolin muutos, mutta teoria ei pysty selittämään kehitystä täysin. Näin ollen havainnoilla Ranskasta 1980-2000 –luvulta voidaan mahdollisesti kyseenalaistaa kehittyneet maat kattava SBTC.

Palkkaeron kasvu 1980-luvulla Yhdysvalloissa johtui pääasiassa 10-50 differentiaalin kasvusta (DiNardo, Fortin ja Lemieux 1996). Piketty ja Saez (2003) havaitsivat, että palkkapreemion kasvu Yhdysvalloissa 1990-luvulla keskittyi erityisesti palkkajakauman ylimpään 0,1 prosenttiin (yritysten ylin johto ja rahoitusallalla toimivat).<sup>101</sup> 2000-luvulla rahoitussektorin rooli korostui entisestään. Sen sijaan Ranskassa näin ei tapahtunut (Piketty 2003). Piketty ja Saezin (2006) mukaan maiden välinen ero heijastaa pääasiassa eroja markkinoiden vapaudessa, ammattiliitoissa tai sosiaalisten normien muutoksessa. Heidän mukaansa kehitystä ei voida perustellusti liittää teknologiaan, sillä muuten kehittyneiden maiden väliset erot eivät olisi olleet niin radikaaleja. Tämä olisi hyvin vahva todiste taitovinoutuneen teknisen muutoksen teoriaa vastaan, mutta päätelmä voi kuitenkin olla perustelematon.<sup>102</sup>

Lemieux'n (2008) mukaan Piketty ja Saezin (2006) erittelemiä syitä on hyvin vaikea testata. Hän osoitti, että aikavälillä 1989-2004 käytännössä koko palkkaeron kasvu keskittyi palkkajakauman ylimpään 10 prosenttiin, mikä on täysin eri tilanne kuin ennen vuotta 1990. Lemieux käytti May CPS - (1973-1978) ja CPS MORG –aineistoja (1979-2005). Näin ollen 1990-luvulla varsinaisesti *korkeakoulutuksen* palkkapreemio ei kasvanut, vaan korkeakoulutettujen ryhmän sisäinen palkkaero kasvoi.<sup>103</sup> Tämä voi kuvastaa, että 1980-luvun jälkeen palkkaeron kasvun dynamiikka ja syy saattoivat muuttua Yhdysvalloissa verrattuna aiempiin vuosikymmeniin.

---

<sup>101</sup> Käsittelenäni tutkimukset eivät ole välttämättä huomioineet tätä taitovinoutuneen teknisen muutoksen kannalta ongelmallista havaintoa, koska esimerkiksi Katz ja Murphyn (1992) ja Acemoglun (2002) käyttämässä March CPS –aineistossa ylin tuloluokka oli vuoteen 2002 asti \$150,000 ja tämän jälkeen \$200,000. Taso on edelleen alle tulojakauman 99. rajan Piketty ja Saezin (2003) aineistossa. CPS-aineiston ORG-lisäosiossa, jota Autor, Katz ja Krueger (1998) ja Card, Kramarz ja Lemieux (1999) käyttävät, ylin tuloluokka oli yhtä alhainen ja Census-aineistoissa lähes yhtä alhainen kuin March CPS:ssä.

<sup>102</sup> Rahoitusalan kasvanut kontribuutio palkkaerojen nousuun johtuu teknologiasta, sillä suhteellisten palkkojen nousun takana ovat tuoteinnovaatiot. 2000-luvun taitovinoutunut teknologinen muutos rahoitussektorilla ei näy varsinaisesti T&K:n, laitepääoman tai tietokoneistumisen kautta, vaan uusina strukturoituina tuotteina. Kuten Piketty ja Saez (2006) huomasivat, on mielenkiintoista, mikseivät samat tuotteet kontribuoineet samoin kuin Yhdysvalloissa palkkaerojen kasvuun Ranskassa, jossa finanssisektorin koko on myös suuri.

<sup>103</sup> Lemieux'n (2008) mukaan tulospalkkaus kattoi 71 % 99-80 palkkaerosta. Koska ylin 20 % koostui pitkälti korkeakoulutetuista, koulutusryhmän sisäistä palkkaeroa voidaan mahdollisesti mallintaa tulospalkkauksella.

Ammattiliittojen roolin pieneneminen voi olla SBTC:a parempi selitys palkkaeron kasvuille, koska SBTC:n tulisi vaikuttaa kaikkiin kehittyneisiin maihin samoin. Lisäksi SBTC ei tarjoa selitystä sosiaalisten normien muuttumiselle, kuten ammattiliittojen vallan vähentyminen tekee.<sup>104</sup> Institutionaaliset tekijät eivät kuitenkaan pysty kattamaan koko palkkaeron kasvua, eivätkä kaikkia sen osatekijöitä. Ammattiliittojen vallan väheneminen kattoikin vain noin kolmanneksen palkkaeron kasvusta Yhdysvalloissa (Lemieux 2008.)

Autor et al. (2006) kehittivät käsittelemäni Autor, Levy ja Murnanen (2003) teorian pohjalta tietokoneistumiseen ja työtehtäviin pohjaavan mallin, joka tarjoaa selityksen palkkaerojen polarisoitumiselle Yhdysvalloissa. He käyttivät DOT-aineistoa. Mallin mukaan työtehtävien määrän ja hinnan muutokset korreloivat positiivisesti läpi palkkajakauman sekä 1980-luvulla, jolloin palkkarakenne leveni monotonisesti, että 1990-luvulla, jolloin se polarisoitui. Tutkijoiden mukaan työtehtävien kysynnän muutokset, jotka johtuvat suoraan informaatioteknologiasta ja epäsuoraan sen vaikutuksesta ulkoistamiseen, selittävät melko hyvin viimeaikaisen palkkarakenteen polarisoitumisen. Malli ei kuitenkaan tarjoa Lemieux'n mukaan tarpeeksi suoraa evidenssiä, jonka mukaan SBTC on aikavälin 1990-2005 palkkaeron kasvun pääasiallinen syy.

Erityisesti epäselvää on miksi vasta 1990-luvulla tekninen muutos korvasi suhteellisesti rutiinityötehtäviä ja aiheutti työmarkkinoiden polarisoitumisen, sillä tietokonevallankumouksen nähdään tyypillisesti vaikuttaneen merkittävästi jo 1980-luvulla. Mikään teoria ei pysty yksin selittämään miksi palkkajakauman yläpään palkkaero kasvoi 1990-2005 (Lemieux 2008.)<sup>105</sup> Lemieux'n kritiikki ei kuitenkaan ole täysin yksiselitteistä, sillä Autor, Levy ja Murnane (2003) osoittivat, että ei-rutiinityötehtävien suhteellisen panoksen kasvu kiihtyi joka vuosikymmen 1970-luvulta alkaen, jolloin myös tietokoneistuminen alkoi. Lisäksi työtehtävien muutos, joka mahdollisesti liittyi tietokoneistumiseen, selittää suurimman osan 1980- ja 1990-lukujen korkeakoulutettujen suhteellisen kysynnän kasvusta.

---

<sup>104</sup> Lemieux'n (2008) mukaan Yhdysvaltoja vastaavia tuloksia ammattiliittojen roolin pienenemisen vaikutuksesta palkkaerojen kasvuun on olemassa myös Italiasta ja Saksasta.

<sup>105</sup> Lemieux'n (2008) mukaan vaihtoehtoinen kysyntäpohjainen selitys perustuu idealle, jonka mukaan taitojen kysynnän kasvu leventää palkkajakaumaa, kun taidot ovat heterogeenisiä työntekijöittäin. Mallista seuraa, että ryhmien sisäinen varianssi kasvaa enemmän palkkajakauman yläpäässä kuin alapäässä.

Yhteenvetona koulutus- tai työtehtäväpohjainen taitovinoutunut tekninen muutos pystyy selittämään merkittävän osan sekä Yhdysvaltojen että yleisesti kehittyneiden maiden työmarkkinoiden muutoksista. Malli pystyy selittämään osan myös Ranskan työmarkkinoiden käyttäytymisestä. Kun huomioidaan instituutioiden roolien erot maittain, teorian kyky selittää palkkarakenteen muutokset paranee entisestään. Huomioimalla sekä teknologian vaikutus että instituutioiden rooli, ei kuitenkaan pystytä selittämään Ranskan 2000-luvun palkkarakenteen muutosta. Myös Ranskan 1980-luku osoittautuu osittain ongelmalliseksi teorialle. Lisäksi Yhdysvaltojen palkkaerojen kasvun dynamiikka on muuttunut tavalla, joka asettaa haasteita teorialle. Näin ollen taitovinoutuneen teknisen muutoksen teoriaa ei pystytä vahvistamaan yksiselitteisesti, mutta osaselittäjänä teorian rooli on kuitenkin oleellinen.

## 7 JOHTOPÄÄTÖKSET

Tämän tutkielman tarkoituksena on ollut selvittää, voidaanko taitovinoutuneella teknisellä muutoksella selittää Yhdysvaltojen, kehittyneiden maiden yleisesti ja Ranskan palkkaerojen muutos, kun huomioidaan suhteellisen tarjonnan kehitys. Lisäksi olen ottanut huomioon, että työmarkkinainstituutiot poikkeavat maittain ja tämä vaikuttaa eri tavoin eri maissa palkkarakenteen muutoksiin. Kirjallisuuskatsauksessani analysoin kattavasti kirjallisuuden, joka käsittelee palkkarakenteen muutosta taitovinoutuneen teknisen muutoksen ja instituutioiden näkökulmasta.

Tutkielmani tulokset ovat kiinnostavia, sillä Ranskan palkkarakenteen muutos erityisesti 1980- ja 2000-luvuilla ei noudata taitovinoutuneen teknisen muutoksen teoriaa annettuna Yhdysvaltain palkkarakenteen muutos, vaikka huomioitaisiin erot suhteellisen työllisyyden kasvussa ja työmarkkinainstituutioissa. Endogeeninen taitovinoutunut tekninen muutos onnistuu selittämään eksogeenista paremmin maiden väliset erot ja pystyy tarjoamaan laajemman selityksen instituutioiden roolista palkkaerojen muutoksessa. Sekään ei kuitenkaan onnistu selittämään kattavasti maiden työmarkkinoiden käyttäytymisen merkittävää poikkeavuutta. Tarkasteltaessa pitkän aikavälin muutosta viimeisen kolmen vuosikymmenen aikana, on mahdollista, että myös Ranskassa havaittiin taitovinoutunut tekninen muutos. Tämä ei kuitenkaan ole läheskään yhtä yksiselitteistä kuin Yhdysvaltojen tai kehittyneiden maiden yleisesti tapauksessa.

Taitovinoutuneen teknisen muutoksen teoria selittää kattavasti Yhdysvaltojen ja kehittyneiden maiden yleisesti palkkarakenteiden muutokset 1980-luvun loppuun saakka, kun huomioidaan erot suhteellisen työllisyyden kehityksessä ja instituutioissa. Käyttämällä taitojen proxynä korkeakoulutuksen sijaan työtehtävien vaativuutta ja teknologian mittareina tietokoneistumisen sijaan tutkimus- ja kehitysmenoja tai laitepääoman määrää, saadaan sama tulos. Kuten tutkielmassa käy ilmi, Yhdysvalloissa havaittiin taitovinoutunut tekninen muutos todennäköisesti jo II Maailmansodasta saakka ja muutos kiihtyi 1970-luvulta alkaen, mutta hidastui 1990-luvulla.



Tutkimukseni toinen yllättävä tulos on, että palkkaerojen kasvun dynamiikka ja syy saattoivat muuttua Yhdysvalloissa 1980-luvun jälkeen verrattuna aiempiin vuosikymmeniin. 1990-luvulta alkaen palkkaerojen kasvu ei johtunut yleisesti *korkeakoulutuksen* palkkapreemion kasvusta, vaan kasvu keskittyi käytännössä kokonaan palkkajakauman ylimpään 10 prosenttiin, josta merkittävä osa ylimpään promilleen. Havainto voi osoittautua hankalaksi selittää taitovinoutuneen teknisen muutoksen teorialle, mutta Autor et al:n (2006) eksogeenisen taitovinoutuneen teknisen muutoksen malli tavoittaa melko hyvin sekä 1980-luvun monotonisen palkkaeron kasvun että 1990-luvun polarisoitumisen. Sen sijaan malli ei pysty selittämään miksi Ranskassa ei havaittu vastaavaa polarisoitumista 1990-luvulta alkaen.

Tutkielman tulokset ovat merkityksellisiä koska, jos tekninen muutos on palkkarakenteen muutoksen takana, tulisi kaikissa kehittyneissä maissa teorian mukaan olla havaittavissa samankaltainen teknologian vaikutus työmarkkinoihin. Näin ei kuitenkaan ollut, jolloin joudutaan kyseenalaistamaan onko taitovinoutunut tekninen muutos ollut myöskään Yhdysvaltojen ja muiden kehittyneiden maiden palkkarakenteiden muutosten takana. Kuten tulokset osoittavat, teoria ei tavoita kaikkia pääasiallisia palkkarakenteen muutoksen takana olevia voimia kehittyneissä maissa.

Koska malli onnistuu selittämään vain osan Ranskan työmarkkinoiden muutoksista, on instituutioiden rooli todennäköisesti laajempi ja monisäikeisempi kuin mitä teoria ottaa huomioon. Yksin työmarkkinainstituutioiden vaikutus kattaa vain noin kolmanneksen palkkaeron kasvusta Yhdysvalloissa, joten se ei ole pääasiallinen palkkaerojen kasvua ajava tekijä. Näin ollen palkkarakenteen muutoksiin on todennäköisesti vaikuttanut myös taitovinoutunut tekninen muutos, vaikkei teoriaa pystytä varmistamaan yksiselitteisesti.<sup>106</sup> Tutkimustulosteni perusteella yksin endogeeninen taitovinoutunut tekninen muutos ei ole uskottava, vaan sen rinnalla on täytynyt vaikuttaa samanaikaisesti eksogeeninen taitovinoutunut tekninen muutos.

---

<sup>106</sup> Lisäksi kasvanut kansainvälinen kauppa ja ulkoistaminen kontribuoivat osansa, mutta niiden vaikutukset ovat taitovinoutumaa ja instituutioiden merkitystä pienempiä.

Tuloksista voidaan päätellä, että kehittyneet maat kattavan taitovinoutuneen teknisen muutoksen vaikutusta palkkaerojen kasvuun voidaan hillitä paikallisesti institutionaalisilla tekijöillä, mutta samalla todennäköisesti hidastuu teknisen muutoksen mahdollistama tarpeellinen talouden rakenteiden uudistuminen. Rakenteiden uudistuminen on välttämätöntä kehittyneissä maissa, jotta tekninen kehitys jatkuu tulevaisuudessakin.

Tutkielma tarjoaa useita jatkotutkimuskohteita. Mielenkiintoista olisi selvittää laajemmin onko tekninen muutos ollut taitovinoutunut Ranskassa ja yleisemmin Euroopassa. Tätä voidaan tutkia selvittämällä teknologioiden käyttöönottoa ja tuottavuuden kasvua eri työvoimien kanssa intensiivisillä aloilla Yhdysvalloissa ja Euroopassa tuoreella aineistolla. Toisin sanoen, käyttikö Euroopan taitamaton työvoima Yhdysvalloissa taitavan työvoiman käyttämiä työvälineitä ja miten tämä näkyi tuottavuudessa. Tämä voisi kertoa hyvin paljon maiden eroista endogeenisen taitovinoutuneen teknisen muutoksen näkökulmasta.

Lisäksi mielenkiintoista olisi tutkia rahoitussektorin roolia palkkaerojen kasvussa 2000-luvulla Ranskassa ja Yhdysvalloissa ja miten sektorin rooli voidaan liittää teknologiaan. Card ja Lemieux (2001) havaitsivat, että Yhdysvalloissa palkkapreemion kasvu on keskittynyt kohorteittain nuoriin. Olisi erittäin mielenkiintoista tutkia miten palkkapreemio muuttui Ranskassa kohorteittain 1960-luvulta tähän päivään.<sup>107</sup> Näin voitaisiin mahdollisesti selvittää johtuuko laskeva palkkapreemio Ranskassa nuorten aiempaa heikommasta asemasta verrattuna vanhempiin kohortteihin. Erot nuorten asemassa ja rahoitussektorin roolissa heijastavat todennäköisesti yhteiskunnan asenteita. Tästä syystä olisi tarpeen ratkaista millä tavalla muuttuvien asenteiden ja sosiaalisten normien vaikutusta palkkaerojen kasvuun voidaan mallintaa.

Olisi myös hedelmällistä tutkia empiirisesti miten työmarkkinoiltaan jäykät Suomi ja Ruotsi vertautuvat Yhdysvaltoihin ja Ranskaan taitovinoutuneen teknisen muutoksen näkökulmasta. Tutkimuksella voitaisiin osoittaa miten taitovinoutunut tekninen muutos ja instituutiot vaikuttavat Suomessa ja Ruotsissa palkkarakenteen muutoksiin ja mikä on

---

<sup>107</sup> Tarkasteluun ei sovellu Luxembourg Income Survey –tietokanta, sillä siinä koulutusmuuttajat vaihtuvat Ranskalle kolmeen kertaan 16 vuoden aikana, joilta aineistoa on. Seurauksena koulutusmuuttajista tulee vertailukelvottomia, vaikka muuttajat on yritetty harmonisoida eri aaltojen välillä. Myöskään EU KLEMS – aineisto ei sovellu tarkasteluun, sillä siinä ei ole eroteltu Ranskan koulutusryhmiä ikäryhmittäin.

palkkaerojen muutosten todellinen syy. Lisäksi voitaisiin mahdollisesti ottaa kantaa hyvin ajankohtaiseen kysymykseen miten pitkällä aikavälillä hidastuva taloudellinen kasvu tulee todennäköisesti jakautumaan eri koulutusryhmien ja kohorttien välillä ja miten hidastumisen vaikutusta ei kannata institutionaalisten tekijöiden avulla jakaa. Vertailukohdaksi käy Ranska, jossa on viimeaikoina käyty paljon keskustelua hidastuvan talouskasvun vaikutusten jakamisesta ja tämän pitkäaikaisista vaikutuksista.

## LIITTEET

### LIITE 1. TYÖVOIMIEN SUBSTITUUTION JOUSTON JOHTO

Taitavan ja taitamattoman työvoiman välinen substituution jousto voidaan laskea seuraavasti

$$Y = \left[ (A_l L)^\rho + (A_h H)^\rho \right]^{1/\rho} \quad (4.1)$$

Derivoimalla Y eri työvoimien L ja H suhteen saadaan

$$\begin{aligned} \frac{\partial Y}{\partial L} &= \frac{1}{\rho} \left[ (A_l L)^\rho + (A_h H)^\rho \right]^{1/\rho-1} \rho A_l^\rho L^{\rho-1} \\ \frac{\partial Y}{\partial L} &= A_l^\rho \left[ (A_l L)^\rho L^{\rho+1} + (A_h H)^\rho H^\rho L \right]^{(1-\rho)/\rho} \\ &= A_l^\rho \left[ A_l^\rho + A_h^\rho \left( \frac{H}{L} \right)^\rho \right]^{(1-\rho)/\rho} > 0 \quad (4.2) \end{aligned}$$

ja samalla tavalla saadaan taitavalle työvoimalle

$$\begin{aligned} \frac{\partial Y}{\partial H} &= \frac{1}{\rho} \left[ (A_l L)^\rho + (A_h H)^\rho \right]^{1/\rho-1} \rho A_h^\rho H^{\rho-1} \\ &= A_h^\rho \left[ A_l^\rho \left( \frac{H}{L} \right)^{-\rho} + A_h^\rho \right]^{(1-\rho)/\rho} > 0, \quad (4.3) \end{aligned}$$

kun L ja H ovat positiivisia. Näin ollen isokvantin, joka kuvaa taitavan ja taitamattoman työvoiman sellaiset kombinaatiot, joilla voidaan tuottaa sama määrä tuotantoa Y, kaarevuus (H pystyakselilla ja L vaaka-akselilla) on

$$\frac{\frac{\partial Y}{\partial H}}{\frac{\partial Y}{\partial L}} = \left(\frac{A_h}{A_l}\right)^\rho \left(\frac{L}{H}\right)^{1-\rho} \quad (4.4)$$

Noudattaen optimaalisuuden ehtoa

$$\frac{\frac{\partial Y}{\partial H}}{\frac{\partial Y}{\partial L}} = \frac{W_h}{W_l}, \quad (4.5)$$

missä  $W_h$  on taitavan työvoiman palkka ja vastaavasti  $W_l$  taitamattoman työvoiman palkka. Luonnollisesti tasapainotilanteessa marginaalisten tuottavuuksien suhteen täytyy olla sama kuin palkkojen suhteen, sillä taitavalle työvoimalle ei kannata maksaa taitamattomaan työvoimaan verrattuna enempää palkkaa kuin sen etu on suhteellisessa tuottavuudessa. Näin ollen yhdistämällä (4.4) ja (4.5) saadaan ehto

$$\left(\frac{A_h}{A_l}\right)^\rho \left(\frac{L}{H}\right)^{1-\rho} = \frac{W_h}{W_l} \quad (4.6)$$

jolloin optimaalinen tuotannontekijäsuhde on

$$\frac{L^*}{H^*} = \left(\frac{A_h}{A_l}\right)^{\frac{-\rho}{1-\rho}} \left(\frac{W_h}{W_l}\right)^{\frac{1}{1-\rho}} \quad (4.7)$$

Nyt voimme määrittää  $\frac{L^*}{H^*}$  olevan tekijän  $\frac{W_h}{W_l}$  funktio ja saamme laskettua marginaalifunktion ja keskiarvofunktion

$$\text{marginaalifunktio} = \frac{d\left(\frac{L^*}{H^*}\right)}{d\left(\frac{W_h}{W_l}\right)} = \frac{1}{1-\rho} \left(\frac{A_h}{A_l}\right)^{\frac{-\rho}{1-\rho}} \left(\frac{W_h}{W_l}\right)^{\frac{1}{1-\rho}-1}$$

$$\text{keskiarvofunktio} = \frac{\frac{L^*}{H^*}}{\frac{W_h}{W_l}} = \left(\frac{A_h}{A_l}\right)^{\frac{-\rho}{1-\rho}} \left(\frac{W_h}{W_l}\right)^{\frac{1}{1-\rho}-1}$$

Näin ollen taitavan ja taitamattoman työvoiman substituution jousto on

$$\sigma = \frac{\text{Marginaalifunktio}}{\text{keskiarvofunktio}} \equiv \frac{1}{1-\rho} \quad (4.8)$$

Luonnollisesti sama tulos olisi saatu, jos ensin olisi otettu logaritmit molemmin puolin

$$\ln\left(\frac{L^*}{H^*}\right) = \ln\left(\frac{A_h}{A_l}\right)^{\frac{-\rho}{1-\rho}} + \frac{1}{1-\rho} \ln\left(\frac{W_h}{W_l}\right)$$

ja sovellettu jouston kaavaa, jolloin saadaan

$$\sigma = \frac{d(\ln(\frac{L^*}{H^*}))}{d(\ln(\frac{W_h}{W_l}))} = \frac{1}{1-\rho}$$

## LIITE 2. EU KLEMS –AINEISTO

EU KLEMS –aineisto on paneeliaineisto EU-valtiosta vuodesta 1970 alkaen. Lisäksi aineistosta löytyy Yhdysvallat, Korea ja Japani. Kansalliset aineistot on pyritty harmonisoimaan. Aineistossa työvoima on jaettu kolmeen osaan koulutustason mukaan: low-skilled, medium-skilled ja high-skilled. EU KLEMS –luokka ”medium-skilled” vastaa tutkimuksessani taitamatonta työvoimaa L ja ”high-skilled” taitavaa työvoimaa H. Koulutusmuuttajat ovat vertailukelpoisia maiden sisällä, mutta maiden välillä näin ei välttämättä ole. Näin ollen koulutusmuuttujaa hyödyntäviin vertailuihin maiden välillä tulee suhtautua varauksella. Jokaisen työvoimatyypin tarjonta vastaa työskenneltyjä tunteja ja tuntipalkka on heidän rajatuottavuutensa (O’Mahony ja Timmer 2009.)

Ranskalle aineisto, jossa työvoima on eroteltu koulutuksen mukaan, tulee kansallisesta työvoimakyselystä (LFS). Aineisto ulottuu vuoteen 1980 asti ja sen tulisi olla vertailukelpoinen eri vuosien välillä. Aineistossa on eroteltuna koulutusryhmien osuudet työvoiman kokonaispalkoista sekä tehtyjen työtuntien osuudet koko työvoiman tekemistä tunneista. Nettopalkka on muutettu bruttopalkaksi huomioimalla työnantajan ja -tekijän tulonsiirrot. Kansallisessa työvoimakyselyssä on kysytty suoraan tehtyjä työtunteja. Näistä saadaan hyvin käyttökelpoiset muuttajat, joista voidaan laskea korkeakoulutettujen suhteellinen palkka tehtyä työtuntia kohden yhteiskunnan keskiarvoon verrattuna. Ranskalle ei ole erottelua ikäryhmittäin, joten ikäryhmittäinen tarkastelu ei ole mahdollista (EU KLEMS Sources 2007.)

Yhdysvalloille käytän US-SIC –aineistoa, sillä se sisältää yksityiskohtaisen erottelun työvoimatyyppejen kesken. Aineisto on rakennettu Census of Population:sta, Current Population Survey:stä (CPS) sekä U.S. National Income and Product Accounts:sta (NIPA). Tutkimukseni kannalta oleelliset muuttujat tulevat kahdesta ensimmäisestä yksilöaineistosta. Kyselyissä kysytään suoraan mm. koulutustasoa, edellisen vuoden palkkaa ja viikoittaisia tehtyjä työtunteja. Vuoteen 1990 asti Census of Populationissa koulutusmuuttuja määriteltiin kouluttautumiseen käytettyjen vuosien perusteella. Vuodesta 1992 lähtien EU KLEMS käyttää CPS:ta, jossa koulutusmuuttuja vastaa korkeinta saavutettua tutkintoa. Vanha ja uusi muuttuja rakennettiin yhteensopiviksi Jaeger (1997) mukaisesti, joten EU KLEMS –aineisto on käyttökelpoinen. Yhdysvaltojen aineiston tulisi olla vertailukelpoinen Ranskan kanssa (EU KLEMS Sources 2007.)

### LIITE 3. TYÖMARKKINOIDEN PALKKAJÄYKKYYS

Card, Kramarz ja Lemieux'n (1999) työmarkkinoiden jäykkyyttä kuvaavassa mallissa ryhmän palkka- ( $w_j$ ) ja työllisyysmuutosta ( $p_j$ ) testataan seuraavilla yhtälöillä:

$$\Delta \ln w_j = d_3 + \frac{\lambda \beta}{\sigma + \varepsilon} D_j - \frac{\lambda}{\sigma + \varepsilon} \Delta \ln f_j + e_{j3}$$

ja

$$\Delta \ln p_j = d_4 + \frac{\beta(\varepsilon + \sigma(1 - \lambda_j))}{\sigma + \varepsilon} D_j - \frac{\varepsilon + \sigma(1 - \lambda_j)}{\sigma + \varepsilon} \Delta \ln f_j + e_{j4},$$

joissa  $d_3$  ja  $d_4$  ovat kaikki taitoryhmät kattavat vakiot,  $\lambda_j$  rajoittaa palkkojen ja korostaa työllisyyden reaktiota negatiivisen kysyntäsokin aikana (0 täysin jäykkä ja 1 täysin joustava palkkajousto),  $\beta > 0$  ja sama molemmissa maissa<sup>108</sup>,  $\sigma$  on substituution jousto,  $\varepsilon$  on työvoiman tarjonnan jousto,  $D_j$  on ryhmään  $j$  vaikuttava negatiivinen kysyntäsokki mitattuna tietokoneiden käyttäjien osuutena 1980-luvun lopussa ryhmässä  $j$ ,  $f_j$  on ryhmän  $j$  osuus populaatiosta sekä  $e_{j3}$  ja  $e_{j4}$  ovat stokastiset tilastolliset residuaalitermit. Tutkijat olettavat,

<sup>108</sup> Tämä tarkoittaa, että taitavan työvoiman ja tietokoneiden komplementtisuus on sama molemmissa maissa. Myös Berman, Bound ja Machin (1998) tekivät saman oletuksen ja koska tietokoneiden käyttöaste maissa on pitkälti sama, joten oletus on järkevä.

että Ranskassa palkkajouaston jäykkyys alaspäin on Yhdysvaltoja suurempi. Näin ollen SBTC:n aikana Ranskassa taitavan työvoiman suhteellisten palkkojen tulisi liikkua vähemmän ja suhteellisen työllisyyden enemmän kuin Yhdysvalloissa.<sup>109</sup> Mallin ennustukset suhteellisen työllisyyden kasvusta ovat suuremmat kuin edellisen mallin, sillä se ei ennusta taitamattoman työvoiman työllisyyden parantumista sitovasta minimipalkasta johtuvien voittokannusteiden vuoksi.

Card, Kramarz ja Lemieux'n (1999) mallin mukaan ikä- ja koulutussoluilla, joiden osuus populaatiosta kasvoi, pitäisi olla hitaampi palkkojen ja työllisyyden kasvuvauhti. Tämä johtuu siitä, että pienillä soluilla pitäisi olla suurempi taitojen kysyntä verrattuna tarjontaan kuin suuremmilla soluilla. Ekonometrisesti estimoidut kertoimet osuudelle populaatiosta ovat kuitenkin pääasiassa positiivisia ja yli puolet tilastollisesti merkittäviä. Tämä havainto on melko vahva todiste tutkijoiden käyttämää mallia vastaan. Selitys väärälle etumerkille regressiossa voi kuitenkin olla, että pienen ikä- ja koulutusryhmän palkat voivat riippua suuremmasta tarjontaindeksistä kuin pelkän oman solun tarjonta ehdottaisi. Toisin sanoen, tietyn ikä- ja koulutusryhmän työntekijät voivat olla hyviä substituutteja läheisten ryhmien työntekijöiden suhteen, jolloin myös substituuttiryhmien koot on otettava huomioon mallissa.

Käyttämällä pienten solujen sijaan laajempaa 25–54-vuotiaiden miesten solua, saadaankin stabiileimmat ja käyttökelpoisimmat tulokset. Näin voidaan myös sulkea pois suuri osa vaikeasti mallinnettavista kouluttautumis- ja eläkkeellejäämispäätöksistä sekä naisten työvoimaan osallistumisen muutokset.

#### LIITE 4. KOULUTUSRYHMIEN SISÄISET PALKKAEROT

Mallissa oletetaan, että koulutusmuuttuja ei ole täydellinen proxy työntekijän taidoille. Sen sijaan työntekijällä voi olla useita taitoja. Mallissa havaittavat taidot (esim. koulutus,

---

<sup>109</sup> Jotta talouden syklisyyden vaikutus voidaan minimoida, Card, Kramarz ja Lemieux (1999) ottivat Yhdysvalloille tarkasteluvuodeksi nousukausien huiput, vuodet 1979 ja 1989, jolloin työttömyysluvut olivat 5,8 % ja 5,3 %. Ranskalle aineistoa ei löydy yhtä kattavasti, joten tutkijat valitsivat tarkasteltaviksi vuodet 1982 ja 1989, jolloin työttömyysluvut olivat 7,5 % ja 7,8 %.



kokemus ja sukupuoli) ja ei-havaittavat taidot (esim. ihmissuhdetaidot) ovat epätäydellisiä substituutteja. Tämä asettelu vastaa paremmin todellisuutta kuin yhden taitomuuttujan, koulutuksen, käyttäminen kaikkien taitojen proxynä. Seuraavaksi rakennan kahden taidon mallin. Oletetaan, että taloudessa työntekijät voidaan jakaa neljään eri ryhmään jaoteltuna koulutuksen ja ei-havaittavien taitojen suhteen. Näin saadaan selville, miten koulutusmuuttujan sisällä palkkaerot ovat kasvaneet taitavan ja taitamattoman työvoiman välillä. Talouden kokonaistuotantofunktio on

$$Y = [(A_{lu}L_u)^\rho + (A_{ls}L_s)^\rho + (A_{hu}H_u)^\rho + (A_{hs}H_s)^\rho]^{1/\rho},$$

jossa  $L_u$  on taitamattoman 2. asteen koulutetun työntekijän tarjonta.  $L_s$  on taitavan 2. asteen koulutetun työntekijän tarjonta. Muut termit määritellään vastaavasti. Ryhmien sisäinen palkkaero vastaa taitavan ja taitamattoman 2. tai 3. asteen koulutetun työvoiman palkkojen suhdetta. On luontevaa edetä olettamalla, että taitavan työvoiman osuus jokaisessa koulutusryhmässä on vakio  $\phi_l = L_s/L_u$  ja  $\phi_h = H_s/H_u > \phi_l$ . Toisin sanoen, korkeakoulutettujen ryhmässä on 2. asteen koulutettujen ryhmää enemmän korkean kyvykkyyden työntekijöitä. Tämän oletuksen perusteella ryhmien sisäiset palkkaerot ovat

$$\frac{\omega_{Ls}}{\omega_{Lu}} = \left(\frac{A_{ls}}{A_{lu}}\right)^\rho \phi_l^{-(1-\rho)}$$

ja

$$\frac{\omega_{Hs}}{\omega_{Hu}} = \left(\frac{A_{hs}}{A_{hu}}\right)^\rho \phi_h^{-(1-\rho)}. \quad (4.9)$$

Korkeakoulutuksen palkkapreemio puolestaan on

$$\omega = \frac{\phi_h^\rho A_{hs}^\rho + A_{hu}^\rho}{\phi_l^\rho A_{ls}^\rho + A_{lu}^\rho} \left(\frac{1 + \phi_l}{1 + \phi_h}\right)^\rho \left(\frac{H}{L}\right)^{-(1-\rho)}.$$

Käyttämällä tätä mallia ja ideaa endogeenisestä teknologiasta voidaan tarjota selitys palkkapreemion ja ryhmien sisäisen palkkaeron käyttäytymiseen. On syytä muistaa, että korkeakoulutettujen tarjonnan kasvu laukaisee nopeamman taitovinoutuneen teknisen muutoksen. Koska teknologia sopeutuu verkkaisesti, ensimmäinen vaikutus on

palkkapreemion lasku. Tämä jatkuu kunnes teknologia on muuttunut niin paljon, että taitovinoutuman vaikutus ylittää taitojen tarjonnan suoran vaikutuksen (ks. kuva 3). Suhteellisen tarjonnan muutoksesta ei seuraa suoraa vaikutusta ryhmien sisäisiin palkkoihin, koska korkeakoulutustaidot tulevat runsaammiksi, eivät ei-havaittavat taidot. Yhtälössä 4.9 ryhmien sisäiset palkat eivät riipu lainkaan koulutusryhmien tarjonnasta, kunhan  $\phi_h$  tai  $\phi_l$  eivät samanaikaisesti muutu.

Oletetaan, että taitavat työntekijät molemmissa koulutusryhmissä hyötyvät taitovinoutuneesta teknisestä muutoksesta. Näin ollen korkeakoulutettujen suhteellisen tarjonnan kasvu hyödyttää välittömästi työntekijöitä, joilla on keskimääräistä enemmän ei-havaittavia taitoja. Näin ollen ryhmien sisäinen palkkaero kasvaa. Täten ensimmäisessä vaiheessa korkeakoulutettujen suhteellisen tarjonnan kasvu aiheuttaa korkeakoulutuksen palkkapreemion laskun ja ei-havaittavien taitojen palkkapreemion kasvun. Ensimmäisen vaiheen jälkeen tekninen kehitys kasvattaa sekä korkeakoulutuksen että ei-havaittavien taitojen palkkapreemiota.

- ABOWD, J.M., HALTIWANGER, J., LANE, J., MCKINNEY, K. and SANDUSKY, K., 2007. Technology and the demand for skill: an analysis of within and between firm differences. *NBER Working Paper no. W13043*.
- ABOWD, J.M., KRAMARZ, F. and MARGOLIS, D.N., 1999. High wage workers and high wage firms. *Econometrica*, 67(2), pp. 251-333.
- ABOWD, J.M., KRAMARZ, F. and MARGOLIS, D.N., 2000. Minimum wages and youth employment in France and the United States. In: D.G. BLANCHFLOWER and R.B. FREEMAN, eds, *Youth employment and joblessness in advanced countries*. University of Chicago Press, pp. 427-472.
- ACEMOGLU, D., 1998. Why Do New Technologies Complement Skills? Directed Technical Change and Wage Inequality. *Quarterly Journal of Economics*, 113(4), pp. 1055-1090.
- ACEMOGLU, D., 2002. Technical change, inequality, and the labor market. *Journal of economic literature*, 40(1), pp. 7-72.
- ACEMOGLU, D., 2003. Cross-country Inequality Trends. *The Economic Journal*, 113(485), pp. 121-149.
- AUBERT, P., CAROLI, E. and ROGER, M., 2006. New technologies, organisation and age: firm-level evidence. *The Economic Journal*, 116(509), pp. 73-93.
- AUTOR, D.H., KATZ, L.F. and KEARNEY, M.S., 2006. The polarization of the US labor market. *The American Economic Review*, 96(2), pp. 189-194.
- AUTOR, D.H., KATZ, L.F. and KRUEGER, A.B., 1998. Computing Inequality: Have Computers Changed the Labor Market? *Quarterly Journal of Economics*, 113(4), pp. 1169-1213.
- AUTOR, D.H., LEVY, F. and MURNANE, R.J., 2003. The Skill Content of Recent Technological Change: An empirical exploration. *Quarterly Journal of Economics*, 118(4), pp. 1279-1333.
- BAUDELOT, C. and GOLLAC, M., 1997. Le salaire du trentenaire: question d'âge ou de génération? *Economie et statistique*, 304(1), pp. 17-35.
- BAZEN, S. and MARTIN, J.P., 1991. The impact of the minimum wage on earnings and employment in France. *OECD Economic Studies*, 16, pp. 199-221.
- BERMAN, E., BOUND, J. and MACHIN, S., 1998. Implications of Skill-Biased Technological Change: International Evidence. *Quarterly Journal of Economics*, 113(4), pp. 1245-1279.

- BURTLESS, G., 1995. International trade and the rise in earnings inequality. *Journal of Economic Literature*, 33(2), pp. 800-816.
- CARD, D., KRAMARZ, F. and LEMIEUX, T., 1999. Changes in the relative structure of wages and employment: A comparison of the United States, Canada, and France. *Canadian Journal of Economics*, 32(4), pp. 843-877.
- CARD, D. and LEMIEUX, T., 2001. Can Falling Supply Explain the Rising Return to College for Younger Men? A Cohort-Based Analysis. *Quarterly Journal of Economics*, 116(2), pp. 705-746.
- CHAUVEL, L., 2010. Comparing Welfare Regime Changes: Living Standards and the Unequal Life Chances of Different Birth Cohorts. In: J. TRAMMEL, ed, *A Young Generation Under Pressure?* Springer Berlin Heidelberg, pp. 23-36.
- COLECCHIA, A. and SCHREYER, P., 2002. ICT Investment and Economic Growth in the 1990s: Is the United States a Unique Case? A Comparative Study of Nine OECD Countries. *Review of Economic Dynamics*, 5(2), pp. 408-442.
- DINARDO, J., FORTIN, N.M. and LEMIEUX, T., 1996. Labor market institutions and the distribution of wages, 1973-1992: A semiparametric approach. *Econometrica*, 64(5), pp. 1001-1044.
- GALOR, O. and MOAV, O., 2000. Ability-Biased Technological Transition, Wage Inequality, and Economic Growth. *Quarterly Journal of Economics*, 115(2), pp. 469-497.
- GALOR, O. and TSIDDON, D., 1997. Technological progress, mobility, and economic growth. *The American Economic Review*, 87(3), pp. 363-382.
- GOLDIN, C. and KATZ, L.F., 1998. The Origins of Technology-Skill Complementarity. *Quarterly Journal of Economics*, 113(3), pp. 693-732.
- GORDON, R.J., 1990. *The measurement of durable goods prices*. University of Chicago Press.
- GREENWOOD, J., HERCOWITZ, Z. and KRUSELL, P., 1997. Long-run implications of investment-specific technological change. *The American Economic Review*, 87(3), pp. 342-362.
- GREENWOOD, J. and YORUKOGLU, M., 1997. 1974, *Carnegie-Rochester Conference Series on Public Policy*, 1997, Elsevier, pp. 49-95.
- JAEGER, D.A., 1997. Reconciling the old and new census bureau education questions: Recommendations for researchers. *Journal of Business & Economic Statistics*, 15(3), pp. 300-309.

- KATZ, L.F., LOVEMAN, G.W. and BLANCHFLOWER, D., 1995. A comparison of changes in the structure of wages in four OECD countries. In: FREEMAN, R. AND KATZ, L.F., ed, *Differences and changes in Wage Structures*. University of Chicago Press, pp. 25-65.
- KATZ, L.F. and MURPHY, K.M., 1992. Changes in relative wages, 1963-1987: Supply and demand factors. *The Quarterly Journal of Economics*, 107(1), pp. 35-78.
- KRAMARZ, F., 2001. Computers and Labour Markets: International Evidence. In: M. POHJOLA, ed, *Information technology, productivity, and economic growth: international evidence and implications for economic development*. Oxford University Press, USA, pp. 99-118.
- KRUEGER, A.B., 1993. How computers have changed the wage structure: Evidence from microdata, 1984-1989. *The Quarterly Journal of Economics*, 108(1), pp. 33-60.
- KRUGMAN, P. and VENABLES, A.J., 1995. Globalization and the Inequality of Nations. *The Quarterly Journal of Economics*, 110(4), pp. 857-880.
- KRUSELL, P., OHANIAN, L.E., RÍOS-RULL, J.V. and VIOLANTE, G.L., 2000. Capital-skill complementarity and inequality: A macroeconomic analysis. *Econometrica*, 68(5), pp. 1029-1053.
- LEMIEUX, T., 2006. Postsecondary education and increasing wage inequality. *The American Economic Review*, 96(2), pp. 195-199.
- LEMIEUX, T., 2008. The changing nature of wage inequality. *Journal of Population Economics*, 21(1), pp. 21-48.
- MACHIN, S. and VAN REENEN, J., 1998. Technology and Changes in Skill Structure: Evidence from Seven OECD Countries. *Quarterly Journal of Economics*, 113(4), pp. 1215-1244.
- MARX, K., 2001. *The poverty of philosophy*. Elibron Classics.
- NELSON, R.R. and PHELPS, E.S., 1966. Investment in humans, technological diffusion, and economic growth. *The American Economic Review*, 56(1), pp. 69-75.
- OECD, 2008. *OECD Factbook 2008*. Organisation for Economic Co-operation and Development.
- OECD, Labour, Earnings 2010. <http://stats.oecd.org>
- O'MAHONY, M. and TIMMER, M.P., 2009. Output, Input and Productivity Measures at the Industry Level: The EU KLEMS Database. *The Economic Journal*, 119(538), pp. 374-403.
- PIKETTY, T., 2003. Income inequality in France, 1901-1998. *Journal of political economy*, 111(5), pp. 1004-1042.

PIKETTY, T. and SAEZ, E., 2003. Income Inequality in The United States, 1913-1998. *Quarterly Journal of Economics*, 118(1), pp. 1-39.

PIKETTY, T. and SAEZ, E., 2006. The evolution of top incomes: a historical and international perspective. *The American Economic Review*, 96(2), pp. 200-205.

SAMUELSON, P.A., 1965. A theory of induced innovation along Kennedy-Weisäcker lines. *The review of economics and statistics*, 47(4), pp. 343-356.

SOLOW, R.M., 1957. Technical change and the aggregate production function. *The review of economics and statistics*, 39(3), pp. 312-320.

TIMMER, M.P., O MAHONY, M. and VAN ARK, B., 2007. EU KLEMS growth and productivity accounts: an overview. *NATIONAL INSTITUTE ECONOMIC REVIEW*, 200, pp. 64.

VIOLANTE, G.L., 2008. Skill-biased technical change. In: S.N. DURLAUF and L.E. BLUME, eds, *The New Palgrave Dictionary of Economics*. Second edn. Palgrave Macmillan.